Prima edizione

Honeymann N° 2108
Houzeau - Lancaster 11466
British Museum vol II pag. 519
Olschki (Choix) 7280

Antiporta incisa, 13 carte, 705 pag. et errata al verso.

Brunet III, 1313


Perspectiua Horaria
VITELLIONIS
Autore R. P.
F. Emanuele
Maignan
Ord. Minimorum
Tolosate
P. Guerin sculp. Romæ.

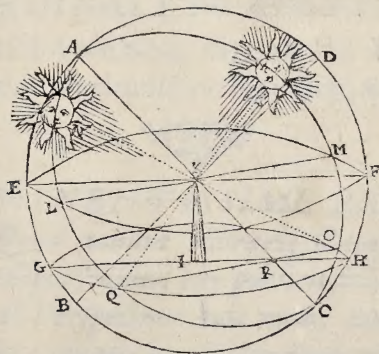
PERSPECTIVA
HORARIA
SIVE DE HOROGRAPHIA
GNOMONICA TVM THEORETICA, TVM PRACTICA LIBRI QVATVOR.

In quibus Gnomonices antiqui fines latiùs protenduntur: traditurque ratio, & delineatio Geometrica expeditissima non solùm communium, quæ radio directo vel vmbra pariter directa; sed etiam aliorum nouæ inuentionis Solarium horariorum, quæ radio vel vmbra tum reflexis tum refractis horas, aliaque ad cœlestium motuum notitiam pertinentia indicant.

In his verò præcipuam admirationem habet Thaumantias Catoptrica atque Dioptrica, id est reflexus, ac refractus à speculo cylindrico solaris radius, omnes, qui in Sphæra cogitari possunt, circulos gnomonicè reddens Iridis modo ac specie:

Lux quoque secundùm propriam naturam sumpta suas ibi habet partes, vbi è principijs eius physicis ratio redditur reflexionum, ac refractionum eiusdem. Consequitur verò methodus certissima telescopium efficiendi non modò sphæricum sed etiam hyperbolicum atque ellipticum.

Autore R. P. F. EMANVELE MAIGNAN Tolosate, Ordinis Minimorum in Regio nationis Gallicanæ Romano S S. Trinitatis montis Pincij Cænobio Sacræ Theologiæ Professore.



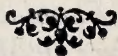
ROMAE.
Typis, & Expensis Philippi Rubei.
M. DC. XXXXVIII.
Cum Licentia Superiorum.



Eminentiſsimo, ac Reuerendiſsimo D. D.

BERNARDINO SPADA

S. R. E. CARDINALI PRÆSBYTERO, EPISCOPO ALBANENSI, ORDINIS MINIMOrum Vigilantiſſimo Protectori, &c.





MINENTISSIME PRINCEPS. *Quòd nouum Horarij Catoptrici genus in ampla Palatij tui porticu delineare conceſſum eſt Perſpectiuæ huic meæ: audet illa iam tanti Mecœnatis non ſolùm patrocinio, ſed etiam imperio animoſior facta, ſeſe dare in publicum; quæ hactenus annis quamplurimis latere maluerat. Ante tamen quàm prodeat, munus defert Soſpitatori ſuo in obſequij ac fidei monimentum nunquam interiturum: nec diffidit benigna abs Te*

manu suspiciendum, quod iamdiu nouit virtuti tuæ, maximè esse cognatum, Lucem videlicet radiosque eius. Equidem, cœlo donante, nihil orbis hic aspectabilis pretiosius accepit, nihil pulchrius Luce; quæ ipsius summa pulchritudo est: ea nitens puritate, vt nec alienis quidem sordere posit inquinamentis: diues adeo; argenti, aurique, ac gemmarum, ipsa vi sit opifex: agendi vis indefessa, omnia mouens, agitans, animans: effusissimè ac celerrimè copiam sui omnibus faciens, radijs nunquam non rectis quodlibet diaphanum permeat. Sensit verò amœnissima naturæ hilaritas nulli non benefica, nulli non grata, nullas vnquam experta contrariorum inimicitias; sensit, inquam, Genium in te suum: ideoque prægestit; ac læta aduolat; Purpuramque tuam, in cuius sinu habitet, vnam legit: sensit videlicet mentem orbe maiorem; integerrimam; inconcussam; recti ac iusti amantissimam: agnoscit Genium gerendis rebus indefessum, ac non minùs felicem; cuius supercilio (vt Atlante cœlum) totus hic posit mundus inniti: publicæ mentis caput solidissimum; & omni virtutum genere instructissimam manum: agnoscit generosi magnitudinem animi, hinc præclaro ingenitæ comitatis ac beneficentiæ radio sic in omnes impensè effusam; inde telis inuidiæ ita superiorem; vt commune omnium Ordinum certamen sit amor tui, & reuerentia. Fulgorem quidem circumspicit Eminentissimæ dignitatis, quæ te latere non sinit; sed suspicit sapientiam, quæ vniuerso te orbi aspectabilem reddit; Virtutem admiratur, quæ omnium animos iamdiu tibi deuinxit. Et verò quòd antiquissimum, ac longè à proauis ductum nobilissimæ Spadanæ Familiæ fulgorem non tam sacro murice, quàm meritorum luce auxisti: quòd multis adeo tum Nunciaturæ, tum Legationum, &c. Sapientissimè æquè & felicissimè obitis à te prouincijs; nec non assiduis illis, quos in dies sustines pro tota Repub. Christiana laboribus; non modò Romam orbis caput, sed & cum capite orbem totum, communicatis tuæ laudis ac veræ gloriæ radijs illustras: quòd etiam nostrum Ordinem Minimorum, præter alias plurimas religiosas familias, ipsa tuæ illustris Protectionis prærogatiua foues; inde est, vt sponte sua & natiuo ingenio Perspectiua mea suo cum lucis radio triplici, te respiciat, atque ad eundem te perfugiat

velut

velut ad ſuum Solem. Et quia meum quoque fuit Lucis impetum meæ proſequi, imò ſi neceſſe foret cunctantem incitare; obſecro, & obteſtor Genium tuum, cuius vnius & ingenio probantur omnes bonæ litteræ, & exemplo ſuadentur, & patrocinio fouentur; vt huic opellæ (qua lucis naturam & motum rimari penitiùs, ac triplicem eius radium, nempe directum, reflexum, refractumque triplici item Gnomonicæ, ſub nomine Perſpectiuæ Horariæ accommodare ſtudui) tam benignum ſe præbeat Patronum, quàm eo vel nomine ſe putat ipſa, & prædicabit felicem, quòd quidquid aliud aberret in re noua ac perdifficili; in deligendo tamen tali tantoque Patrono didicerit non errare. Vale Eminentiſsime Cardinalis; & Deus Opt. Max. Te nobis, Patriæ, totique orbi Chriſtiano diu ſeruet incolumem, id aueo, id comprecor.

Eminentiæ Tuæ

Deditiſſimus, & obſequentiſſimus ſeruus

F. Emanuel Maignan Minimus.

LECTORI BENEVOLO.



NON multis hìc tecũ proludam charissime Lector; sed solùm quid & quo ordine vel qua mente toto isto quatuor librorum opere egerim; aperiam summatim: nam & singulis libris præfixas, & varijs locis, prout opus fuit, insertas præfationes videbis; quæ res quaslibet magis in particulari edisserunt.

In fronte libri totam cernis leui pictura digestam instituti molem. Illic nimirum Perspectiua mater suo cum Vitellione, administris etiam Astronomia, Geographia, Geometria, & Arithmetica dulces, tria pignora, gnatas edocet cœlorum orbes & motus, Gnomonices arte exprimere in quauis proposita subiecti licet exlegis tabella: quod illæ statim edoctæ suo quæque radio & gnomone perficiunt. Et primogenita quidem Optice communi vtitur gnomone ac radio vmbraue directis: speculum autem, & reflexum ab eo radium adhibet altera eius soror Catoptrice; tertia Dioptrice refractum in densiori vel rariori diaphano.

Hæc verò est earum methodus & ordo disciplinæ; ne rem tantam mechanicè solùm, sed doctè etiam tractent. In primis singulæ cœlestem cum suis circulis Sphæram sibi proponunt; eamque vel talem qualem communiter Astronomi præferũt; vt Optice: vel, vt Catoptrice, ac Dioptrice, qualem sibi extruxerunt ipsæ, dispositione circulorum ad radij tum reflexi tum refracti naturam accommodata: de quo in genere differitur lib. 1 prop. 17; & in particulari, lib. 3 à prop. 1 ad 20; & lib. 4 à prop. 49. Deinde legibus geometricis, & aliquando etiam arithmeticis, tres sorores trium item sphærarum, quælibet nimirum suæ, circulos in quibus libet & vtcunque dispositis superficiebus gnomonicè delineant: & peracta delineatione, Solis aliorumque planetarum, nec non fixarum stellarum motus annuos, menstruos, diurnos, horarios exhibent, Solis vnius radio vel vmbra.

Atq; hinc perspicis, mi Lector, quæ sit causa cur toti operi titulum præfixerim *Perspectiua Horaria*, id est horarij cœlestium orbium motus (ex quo cæteri modò dicti intelliguntur) consignatrix: quasi diceretur *Perspectiua Horariographa*. Ideo etiam secũdo, tertio, & quarto libris, suam cuiq; Horariam attribui, nempe

Opti-

Opticen, Catoptricen, Dioptricen: & in primo (velut tribus reliquis subministrante ea quæ ad communem ipsis theoriam pertinent) inscripsi, vt cernitur, *Perspectiuæ Horariæ pars theoretica*.

Equidem Horographiam communem radij directi (quam ego Opticam voco) libenter omisissem vtpote quam adeo multi hactenus & tam fusè tractauerunt: sed existimaui necessariam eam esse; non tam ad vnius integri operis complementum (id enim sanè minùs curaui) quàm ad fundamentum nouæ Horographiæ tum Catoptricæ tum Dioptricæ, quæ mei erãt præcipui instituti: de his enim non scripsere, nisi vnus aut alter. Neq; verò animũ induxissem meum, calamum serò assumere (quem tempestiuè nõ potueram, studijs alijs detentus) post eos qui iam satis rem ipsam explicuisse videntur: sed rogatus ab amicis, quin & iussus ab his qui mihi præsunt, cùm à scholasticis laboribus anno superiori, casu quodam feriarer; nonnulla scripsi, quæ apud alios aut nullatenus aut non satis accuratè agitata videram: eaq; (ne peculiarem cogar indicẽ contexere) facilè agnosces tum ex ipso generali propositionum indice, tum præcipuè ex libri cuiuslibet præfatione: quia enim sic scripta non vnum apta erant inter se corpus libri efficere; necessitas fuit ea cum alijs compingi ad quæ pertinebant: & dum singula in gratiam tyronum studui distinctiùs exponere, ac mox demonstrare; euasit opus in quatuor librorum molem sanè maiorem, quàm vel cogitare potuissem, vel etiam optassem. At in his errores aliorum, si qui sint, obseruare animus mihi nunquam fuit; sed solùm horaria quælibet legitimè delineare; aut veritatem scrutari, & vt licuit inuentam amplecti; atq; in omnibus conuenientes demõstrationes adhibere: quare si quid in alijs Autoribus à me vsquam reprehendi, vel minùs probari contigerit, quæso ne mihi illi succenseant parato si quid ipse minùs correctè egerim; redarguentem libẽter & amanter audire, ac doceri quod ignorauero. Præsertim verò infallibili & nunquam non veridico iudicio S. R. Ecclesiæ submitto tum hæc, tum omnia mea animo sicut humillimo ita obsequentissimo. Tu verò me tibi deditissimum complectere amanter Lector; & his quæ digessi fruere interim dum alia paro. Vale.

INDEX
LIBRORVM ET PROPOSITIONVM
HVIVS OPERIS.

Liber Primus.

PRopositio I. *Temporis naturalis distinctam, & humanæ vitæ vsibus accommodatam mensuram Ars ingeniosa, varijs Horologiorum mechanicis formis præclarè expressit: luculentius verò atque accuratiùs, Astronomicis instrumentis concinnauit Perspectiuæ solertior; ipsa vtrique exemplum præbente Natura.* pagina 3

Prop. II. *Numerus Horarum viginti quatuor; in die naturali, vsu communissimo eodemque commodissimo à Populis receptus.* 8

Prop. III. *Non idem est apud omnes gentes modus horas numerandi.* 9

Prop. IV. *Aliquantula in horis æqualibus inæqualitas esse existimatur.* 10

Prop. V. *Horarum Inæqualium aliquæ sunt quodammodo æquales, aliquæ nullatenus, nisi bis in anno.* 14

Prop. VI. *Multiplex horariorum solarium differentia, ab horarum diuersitate: vel à varijs sphæræ circulis; quibus æquidistant: vel à Gnomone, vmbram, aut radium varijs modis emittente, desumitur.* 16

Prop. VII. *Gnomon in horologio est id omne, ex cuius vertice, vmbra vel radius lucis, horarum Index, in superficiem horologij cadit, seu directè, seu reflexè, aut refractè.* 21

Prop. VIII. *Declinatio plani, horologij, est eiusdem obliquus in Austrum, vel in Boream prospectus: cuius angulum, semper acutum metitur arcus Horizontis, comprehensus inter circulum Meridianum, & Verticalem qui ad horologij planum rectus est.* 23

Prop. IX. *Inclinatio plani, horologij, est eiusdem à perpendiculo discedentis, & deorsum ad Horizontem vergentis, propensio; cuius angulum, semper acutum, metitur circuli cuiuslibet Verticalis ad horologium recti arcus, gradibus à Zenith ad planum circuli maximi cui horologium æquidistat, numeratis.* 27

Prop. X. *Instrumentum declinationibus, atque inclinationibus planorum explicandis accommodare.* 30

Prop. XI. *Vera vniuersalis, Horographiæ Gnomonicæ Theoria è varijs, Perspectiuæ arte ordinatis circulorum Sphæræ proiectionibus, instauratur.* 34

Prop. XII. *Terreni globi semidiameter adeo exigua est, si cum semidiametro solaris orbis comparetur; vt in horarijs solaribus, gnomonis vertex licet à terræ centro tota eius semidiametro distet; in eo nihilominus esse facilè censeri possit, absque errore vllo sensibili: non ita tamen, si terræ globus à centro orbis solaris, longiùs abesset: neque etiam nunc in horarijs lunaribus.* 37

Prop. XIII. *Si per medium vnius homogenei diaphani, vel plurium æqualium diaphanorum, radius à centro Solis in verticem Gnomonis emittatur; & ab eodem vertice vmbra cadat; radius, & in vna vmbra, lineæ recta erunt.* 41

Prop. XIV. *Solis in Aequatore existentis, motu diurno, radius ex vna parte; vmbra autem ex altera opposita, circa verticem Gnomonis, seclusa refractione, describunt planam eiusdem Aequatoris superficiem.* 43

Prop. XV. *Solis, extra Aequatorem, in aliquo eius Parallelo existentis radius ex vna parte; vmbra verò ex altera opposita, motu diurno circa Aequatoris axem, geminas circa eundem, seclusa refractione, describunt oppositas conicas superficies, ad verticem Gnomonis coniunctas, quarum proinde communis vertex in vertice Gnomonis est; & alterius quidem basis est Parallelus in quo est Sol; alterius autem, Parallelus oppositus.* 44

Prop. XVI. *Variæ circulorum Sphæræ proiectiones esse possunt, sola Gnomonica ad rem nostram pertinet.* 46

Prop. XVII

Prop. XVII. *Triplex distinguitur circulisque suis instruitur Sphæra prop'er triplex Horographiæ Gnomonicæ genus.* 49
Prop. XVIII. *Vtriusque Apparentis Sphæræ, sicut & Veræ proiectio Gnomonica radijs directis fieri intelligitur.* 54
Prop. XIX. *Maximus quilibet in Sphæra circulus, si Gnomonica proiectione in planam horologij superficiem deducatur, rectam in ea lineam efficiet.* 55
Prop. XX. *Circulus quiuis, in Sphæra, non maximus, si Gnomonica proiectione in planam horologij superficiem deducatur, curuam in ea lineam efficiet.* 56
Prop. XXI. *Gnomonicam in planum, Sphæræ proiectionem explicare.* 57
Prop. XXII. *Refertur, & explicatur difficultas, quam aduersus explicatam superius Horographiæ Theoriam, facere videtur refractio radij Solaris, ex æthere in aerem, incidentis.* 62
Prop. XXIII. *Densitatem aeri accedere, accessu vaporum densiorum eorundem verò recessu decedere, cæteris paribus.* 64
Prop. XXIV. *Aerem sub remisso gradu frigoris, interdum esse densiorem, & sub intenso minùs densum.* 65
Prop. XXV. *Aeris densitatem non esse constanter, & vbique, ac semper eandem, sed frequentissimè, ac sine certa lege variari* 68
Prop. XXVI. *Superficiem aeris conuexam, sphæricam esse, terreoque Orbi concentricam non satis constare.* 69
Prop. XXVII. *Superficiei aeriæ conuexæ sphæricam, siue ellipticam figuram non esse mathematicè perfectam.* 70
Prop. XXVIII. *Superficiei aeriæ conuexæ figuram, quæcunque illa sit, momentis fere singulis incerta lege mutari.* 72
Prop. XXIX. *A multiformi, non regulari superficie diaphani refringentis, refractiones effici pariter multiformes; sed sine lege, & confusas.* 73
Prop. XXX. *Radiorum non solùm ex æthere in aerem; sed etiam ex vna aeris parte in aliam eiusdem partem incidentium refractiones sæpissimè fieri.* 74
Prop. XXXI. *In radij solaris ab aere facta refractione, superficiem refractionis non semper esse Verticalem.* 75
Prop. XXXII. *Solo radij refracti indicio non posse cognosci certo, in quo vere Sol versetur circulo Verticali.* 76
Prop. XXXIII. *Posse contingere, vt posita eadem, vel æquali supra Horizontem eleuatione Solis, eodem vel diuersis diebus; eadem vel æqualis non sit radij ab aere refracti per Gnomonis verticem, aut simile aliud obseruandi Instrumentum ducti inclinatio ad eundem Horizontem.* 76
Prop. XXXIV *Solaris radij refractiones, quæ in aere fiunt maximo perturbatas esse.* 77
Prop. XXXV. *Quamuis per impossibile, aeri concedatur non tantùm puritas vbique similis & æqualis; sed etiam figura perfectæ sphærica, terræ concentrica simulque constans, & nullis vnquam perturbata vaporum inæqualibus nouisque ebullitionibus, aut flatibus ventorum; adhuc tamen eius refractiones talem ob inæqualitatem frigoris perturbationem patientur; vt idem radius pluribus contrarijs refractionibus nunc ad perpendicularem, nunc à perpendiculari refringatur.* 79
Prop XXXVI. *Horologiorum Gnomonicæ delineationi, vel vsui, nihil affert vtilitatis obseruatio refractionum lucis incidentis ex æthere in aerem.* 85
Prop. XXXVII. *Nullo hactenus inuento instrumenti Thermoscopi genere acquiri posse notitiam certam æqualitatis, vel inæqualitatis Astronomicarum refractionum quas diuersis diebus, vel etiam horis eiusdem diei in aere lux patitur.* 88
Prop. XXXVIII. *Nullo certo argumento constare quanta sit aeriæ conuexæ superficiei refringentis eleuatio eo tempore; quo refractionum obseruatio aliqua fit.* 92
Prop. XXXIX. *Refractionis quam in aere siderea lux patitur angulum cognosci non posse, nisi priùs certò cognoscatur quantùm à terra eleuetur aeris conuexa superficies.* 94
Prop. XXXX. *Nullum nobis suppetere sufficiens medium, quo certo cognosci possit*
quan-

quantitas anguli refractionis, quam in aere siderea lux patitur. 95
Prop. XXXXI. *Nulla per radium refractum facta obseruatione Astronomica potest cognosci quantitas refractionis, quam in aeris superficie, siderea lux patitur, nisi præsupposita notitia loci veri quem sidus seruatum obtinet.* 96
Prop. XXXXII. *Non potest vna, & eadem per radium refractum facta obseruatione Astronomica cognosci quis sit verus Astri locus, & simul quanta sit refractionis quantitas posito quòd vtrumque pariter lateat.* 98
Prop. XXXXIII. *Nulla prorsus à quouis Astronomo facta obseruatione posse certò cognosci quantitatem refractionis, quam in aere siderea lux patitur.* 99
Prop. XXXXIV. *Non est talis, ac tanta vmbrarum euariatio, quæ refractiones lucis in aere factas consequitur; vt absque errore sensibili in opere Gnomonicò facilè contemni non possit. Imò talis est, vt oportuno beneficio emendet quodammodo (si non penitus ad debitos Mathematicos terminos reducit) errorem illum, qui ob Gnomonis à terræ centro distantiam, solaribus eleuationibus accidere potest.* 100
Prop. XXXXV. *Satisfit scrupulo qui prop. 22 fiebat ob refractiones.* 103

Liber Secundus.

Propositio I. *An sit perfectè plana superficies quælibet in opus aliquod Gnomonicum destinata, certò inuenire.* 107
Prop. II. *Gnomonem ad angulos rectos, in dato plano erigere.* 109
Prop. III. *Datum planum ad Horizontem parallelos constituere.* 111
Prop. IV. *Lineam Horizonti parallelam in plano supra Horizontem quomodocunque erecto designare.* 114
Prop. V. *Dato stylo in plano ad Horizontem recto, lineam Horizontalem idest communem eiusdem plani; & Horizontis sectionem in eodem plano designare.* 115
Prop VI. *Dato stylo in plano ad Horizontem recto lineam, Verticalem, quæ sit communis sectio eiusdem plani, & circuli Verticalis ad ipsum recti, inuenire.* 116
Prop. VII. *Dato stylo in plano inclinato, designare in eodem lineam Verticalem, idest sectionem communem ipsius plani inclinati, & circuli maximi tum ad idem planum, tum ad Horizontem recti.* 117
Prop. VIII. *Dato stylo in plano inclinato, lineam Horizont. in eodem designare.* 118
Prop. IX. *Dato plano inclinato, quantitatem inclinationis eius inuenire.* 120
Prop. X. *Instrumentum ad inclinationes planorum inueniendas construere.* 121
Prop. XI. *Plani cuiuslibet propositi ad Horizontem non recti inclinationem; parati iam instrumenti beneficio inuenire.* 123
Prop. XII. *Lineam Meridianam inuenire.* 124
Prop. XIII. *Lineam Meridianam loci ex prædictis inuenire dato stylo in quouis ad horarij delineationẽ comparato plano, quod tamen non æquidistet circulo Meridiano.* 141
Prop. XIV. *Dato stylo, & linea Meridiani loci in plano Verticali declinante, declinationis angulum inuenire.* 144
Prop. XV. *Datis stylo, & linea Meridiana loci in plano inclinato, simulque declinante, declinationis angulum inuenire.* 146
Prop. XVI. *Instrumentum inuestigandis planorum declinationibus accommodatum construere.* 148
Prop. XVII. *Plani cuiuslibet in austrum, vel aquilonem non directè obuersi declinationem, parati iam instrumenti beneficio inuenire.* 156
Prop. XVIII. *Ad poli, vel sideris cuiuslibet eleuationem certiùs inueniendam, instrumentum cum circuli quadrante construere, idemque in situ ad obseruationem conuenientē ita firmare, vt ventorum impetu non commoueatur; & tamen ad placitum huc atque illuc ad quamlibet aliam similem obseruationem faciendum momento conuerti possit, conuenientem nihilominus obseruationi situm semper æqualiter retinens.* 159
Prop. XIX. *Quinam è duobus polis supra quoduis planum eleuetur, determinare.* 165

Prop. XX.

Prop. xx. *Datis in plano Horizontali, stylo, & Meridiana linea, & cognita eleuatione poli supra Horizontem; angulum eiusdem eleuationis supra id planum, designare: & lineam axis describere: atque etiam futuri horologij centrum inuenire.* 168

Prop. xxi. *Datis in plano Horizontali, Meridiana linea, & cognita poli supra Horizontem eleuatione; futuri horologij centrum eligere; & angulum eleuationis poli supra id planum, constituere; lineamque axis inuenire.* 169

Prop. xxii. *Datis in plano Verticali, stylo, & Meridiana linea, & cognita eleuatione poli supra Horizontem; angulum eleuationis etiam polaris supra id planum, constituere, & lineam axis designare; atque etiam futuri horologij centrum inuenire.* 170

Prop. xxiii. *Data in plano Verticali, Meridiana linea, & cognita poli supra Horizontem eleuatione centrum horologij eligere; & angulum eleuationis poli supra id planum constituere; simulque lineam axis inuenire.* 172

Prop. xxiv. *Datis in plano Verticali declinante, stylo, & linea Meridiana loci, & cognita etiam eleuatione poli supra Horizontem, Meridianam plani declinantis propriam (quam vocant lineam styli) id est sectionem communem eius plani, & circuli maximi ad ipsum atque ad Aequatorem recti, inuenire; nec non lineam axis designare; & angulum eleuationis poli supra idem planum constituere.* 172

Prop. xxv. *Cognita eleuatione poli supra Horizontem, & datis stylo, ac linea Meridiana loci in plano declinante, simulque non solùm ad Horizontem, sed etiam ad Aequatorem inclinato, Meridianam ipsius propriam, id est lineam styli, in eodem inuenire; atque etiam lineam axis: & angulum eleuationis poli supra id planum, designare.* 174

Prop. xxvi. *Datis stylo, & linea Meridiana loci, in plano declinante, simulque ad Horizontem inclinato, sed ad Aequatorem recto, Meridianam eiusdem propriam seu lineam styli inuenire.* 176

Prop. xxvii. *In quocunque plano data linea Meridiana ipsius propria; atque etiam data linea axis, si fortè axis illud planum secet, lineam Aequinoctialē inuenire.* 178

Prop. xxviii. *In plano Verticali declinante, dato solùm stylo, & ignorata non solùm declinationis quantitate, sed etiam poli supra Horizontem eleuatione: lineam eius plani Meridianam; & Aequinoctialem: & axem Aequatoris; & centrum horologij; & Meridianam loci; & plani declinationem; & poli eleuationem; tum supra id planum, tum supra Horizontem; nec non differentiam longitudinum, quæ est inter vtrunque Meridianum; ac denique ciuitatem, aut locum cuius Horizonti, id planum æquidistat absque instrumento, vel analemmate, solo triplicis vmbræ indicio certissimè inuenire.* 181

Prop. xxix. *In quouis plano inclinato, vel etiam declinante simul, & inclinato, ignorata non solùm declinationis, sed etiam inclinationis quantitate, ac etiam poli supra Horizontem eleuatione, lineam eius plani Meridianam; & Aequinoctialem; & alia, quæ in præced. prop. continentur; ac insuper inclinationem plani certissimè inuenire.* 188

Prop. xxx. *Axem, horarum Astronomicarum indicem, in debito situ collocare.* 190

Prop. xxxi. *Dato stylo, & linea Meridiana, in plano, quod circulo Aequatori æquidistat, horas Astronomicas delineare.* 192

Prop. xxxii. *In plano quod circulo Polari, vt dicitur, id est per polum, ac per communes Aequatoris, & Horizontis sectiones transeunti æquidistat, horas Astronomicas delineare.* 194

Prop. xxxiii. *In plano, quod circulo Meridiano æquidistat, horas Astronomicas delineare.* 197

Prop. xxxiv. *In plano, quod circulo Verticali primario æquidistat, horas Astronomicas delineare.* 199

Prop. xxxv. *In plano, quod Horizonti æquidistat, horas Astronomicas delineare.* 209

Prop. xxxvi. *In plano Verticali declinante horas Astronomicas delineare.* 215

Prop. xxxvii. *In plano inclinato horas Astronomicas delineare.* 221

Prop. xxxviii. *In plano inclinato, simulque declinante horas Astronomicas delineare.* 223

Prop. xxxix. *Figuram quam vocant radiorum Signorum Zodiaci, ad eorundem signo-*

ſignorum, aliosue ſimiles parallelos in quocunque dato horologij Aſtronomici plano, præclara generaliſſima methodo delineandos, conſtruere. 230

Prop. xxxx. *Deſcriptam modo radiorum figuram, ad vſum Gnomonicum optatum, in formam inſtrumenti redigere.* 235

Prop. xxxxi. *Figuræ radiorum iam conſtructæ expeditiſſimum Gnomonicum vſum, ad Signorum arcus, necnon ad alios quoſlibet (quorum nota ſit declinatio) in quocunque dati horologij Aſtronomici plano delineandos, tribus ſolùm traditis præceptis theoreticè exponere.* 236

Prop. xxxxii. *Arcus Signorum Zodiaci in dati cuiuſuis Aſtronomici horologij plano, quod circulo alicui maximo per Aequatoris polos tranſeunti æquidiſtet, delineare.* 238

Prop. xxxxiii. *Arcus Signorum Zodiaci in dati cuiuſuis Aſtronomici horologij plano, quod circulo Aequatori parallelum ſit, delineare.* 241

Prop. xxxxiv. *Arcus Signorum Zodiaci in dati cuiuſuis Aſtronomici horologij plano, quod circulo cuicunque maximo Aequatorem quomodolibet obliquè ſecanti æquidiſtet, delineare.* 243

Prop. xxxxv. *Arcus diurnos, quorum nota ſit declinatio, præſertim arcus horarum* 14, & 10; *item horarum* 18, & 6; *dato cuiuis horologio Aſtronomico inſcribere.* 249

Prop. xxxxvi. *Arcus circulorum Latitudinum, ſeu parallelorum regionum, aut ciuitatum, vel aliorum inſignium locorum, in quolibet horologio Aſtronom. deſcribere.* 252

Prop. xxxxvii. *Figuram radiorum Zodiaci in aliam, præter antea traditam inſtrumenti formam, qua vno ductu expeditiſſimè, ac fideliſſimè, non modò Signorum, ſed etiam regionum parallelos arcus diurnos, &c. in quacunque data ſuperficie, quamuis minimè plana, deſignare poſſis, redigere.* 253

Prop. xxxxviii. *Eandem figuram radiorum Zodiaci in aliam adhuc inſtrumenti formam, ad quemlibet opati paralleli arcum, in muralibus maioribus horologijs ſiue planis, ſiue non planis deſignandum redigere.* 259

Prop. xxxxix. *In plano, quod Aequatori parallelum eſt, horas ab ortu, atque etiam ab occaſu delineare.* 267

Prop. xxxxx. *Horas ab ortu, nec non ab occaſu in quouis alio ab horologij Aſtronomici plano, delineare.* 270

Prop. xxxxxi. *Horas Inæquales communes, quæ videlicet arcus diurnos quoſlibet in partes duodecim inuicem æquales, & nocturnos etiam quoſlibet, in partes duodecim ſimiliter inuicem æquales diſtinguunt, in plano quod Aequatori parallelum eſt, delineare.* 273

Prop. xxxxxii. *Horas eaſdem Inæquales in alio quocunque horologij Aſtronomici plano, quod videlicet Aequatori non æquidiſtet, delineare.* 275

Liber Tertius.

PRopoſitio i. *Circulus maximus, in cuius plano fuerit ſpeculum, retinet in Sphæra Catoptrica proprium ſibi locum, quem in Sphæra Naturali obtinet.* 310

Prop. ii. *Circulus maximus, cui ſpeculum ad angulos rectos fuerit, retinet in Sphæra Catoptrica proprium ſibi locum, quem in Sphæra Naturali obtinet.* 311

Prop. iii. *Circulus minor parallelus circuli maximi, in cuius plano exiſtit ſpeculum, retinet in Sphæra Catoptrica proprium ſibi locum, quem in Sphæra Naturali obtinet.* 312

Prop. iv. *Circulus minor parallelus circulo maximo, cui ſpeculum ad angulos rectos eſt, retinet quidem in Sphæra Catoptrica ſitum ſimilem ei, quem in Sphæra Naturali obtinet; ſed locum mutat, transferturque in alteram partem vltra circulum maximum, cui eſt parallelus.* 313

Prop. v. *Circulus maximus in Sphæra Naturali ad ſpeculum quidem inclinatus, ſed tamen perpendicularis alteri circulo maximo ſecanti ſpeculum ad angulos rectos, eſt quo-*

que

que in Sphæra Catoptrica, eidem circulo maximo perpendicularis; ad speculum verò similiter inclinatus. 314

Prop. VI. *Circulus minor in Sphæra Naturali, parallelus circulo cuiuis maximo ad speculum inclinato, est pariter eidem parallelus ac sibimet æqualis in Sphæra Catopt.* 316

Prop. VII. *Quem circulum in Sphæra Vera Sol tenuerit, eundem eodem tempore, in propria Sphæra Catoptrica, solis vice radius reflexus tenet.* 317

Prop. VIII. *Si lucente Sole, ab eodem Sphæræ centro hinc vmbra directè, inde radius reflexè emittatur, erunt pariter vmbra radiusque in eodem plano circuli maximi ad speculum recti.* 318

Prop. IX. *Si lucente Sole, ab eodem Sphæræ centro hinc vmbra directè, inde radius reflexè emittatur; æquales inuicem angulos ad circulum maximum, cui congruit in centro speculum, vmbra radiusque efficient.* 319

Prop. X. *Si lucente in propria Sphæra Sole, fuerint duo plana circulo maximo, cui congruit in centro speculum parallela; & ab eodem centro in eorum vnum vmbra directè, in alterum verò reflexè radius cadere intelligatur; æquales inuicem erunt radij vmbræque inclinationes ad ipsa plana.* 319

Prop. XI. *Si lucente Sole, ab eodem Sphæræ centro hinc vmbra directè inde radius emittatur reflexè in idem planum speculo perpendiculare; æquales inuicem erunt anguli quos ad ipsum vmbra radiusque efficient.* 320

Prop. XII. *Si lucente Sole fuerint duo plana, circulo maximo, cui congruit in centro speculum, in oppositas partes æqualiter inclinata, & ab eodem centro in eorum alterum vmbra directè, in alterum verò radius emittatur reflexè, æquales inuicem erunt, radij vmbræque ad ipsa plana inclinationes.* 321

Prop. XIII. *Si lucente Sole, ab eodem Sphæræ centro hinc vmbra directè inde radius reflexè emittatur; & vmbra quidem diurno motu planam, aut conicam superficiem describere intelligatur; similem radius quoque superficiem planã, aut conicam describet.* 322

Prop. XIV. *Leges aliquas, seu regulas, ad facilem Sphæræ cuiuslibet Catoptricæ constructionem, necessarias statuere.* 323

Prop. XV. *Sphæram Catoptricam Polarem, ad poli datam eleuationem excitare.* 324

Prop. XVI. *Sphæram Catoptricam Aequinoctialem ad poli datam eleuationem construere.* 329

Prop. XVII. *Sphæram Catoptricam Verticalem, ad poli datam eleuationem, struere.* 331

Prop. XVIII. *Sphæram Catoptricam Meridianam, ad poli datam eleuationem, excitare.* 332

Prop. XIX. *Sphæram Catoptricam Horizontalem, ad poli datam eleuationem, excitare.* 332

Prop. XX. *Horarium Catoptrico-Gnomonicum, Gnomonica Sphæræ Catoptricæ proiectione efficitur.* 334

Prop. XXI. *Verticalem mobilem struere.* 339

Prop. XXII. *Verticalem mobilem inscriptis, ad vsum Horographiæ Catoptrico-Gnomonicæ, conuenientibus notis insignire.* 340

Prop. XXIII. *Idoneas ad circularem Verticalis instrumenti motum, fibulas necnon etiam cardines parare.* 342

Prop. XXIV. *Easdem fibulas Verticali instrumento aptare.* 344

Prop. XXV. *Gubernaculum ad statas motuum periodos, necnon ad quietis opportunam stabilitatem, Verticali instrumento affigendum parare.* 345

Prop. XXVI. *Idem Gubernaculum ipsimet Verticali instrumento aptare.* 346

Prop. XXVII. *Meridianum mobilem struere.* 347

Prop. XXVIII. *Meridianum mobilem inscriptis, in vsum Horographiæ Catoptrico-Gnomonicæ, conuenientibus notis insignire.* 348

Prop. XXIX. *Idoneas ad Meridiani circumuolutionem, geminas fibulas, atque etiam geminos cardines, simulque Gubernaculum præparare.* 351

Prop. XXX. *Easdem fibulas, & Gubernaculum organo Meridiano aptare.* 351
Prop. XXXI. *Scalam semicirculi struere.* 352
Prop. XXXII. *Scalam semicirculi in suos gradus distinguere.* 353
Prop. XXXIII. *Scalæ iam omnibus suis instructæ, & ornatæ numeris clauum, vnaque regimen vtriusque instrumenti committere.* 356
Prop. XXXIV. *Locum speculi disponendis in debito situ organis, & horologio Catoptrico-Gnomonico mox delineando præeligere.* 357
Prop. XXXV. *Speculum aptare ad locum iam in fenestra electum.* 359
Prop. XXXVI. *Lineam Meridianam, in superficie horologij Catoptrico-Gnomonici plana, vel alia quacunque, designare.* 361
Prop. XXXVII. *Meridianum mobilem ad Catoptrico-Gnomonicæ delineationis vsum collocare, ac disponere eo situ, qui ei competit, in proposita Sphæra Catoptrica Horizontali.* 364
Prop. XXXVIII. *Verène, an solùm apparenter, in plano circuli Meridiani sit axis instrumenti item Meridiani præcedenti prop. dispositi certiùs explorare; & comperto non esse, si fortè non sit, in eodem illum certissimè collocare.* 366
Prop. XXXIX. *Collocare, & firmare in debito situ Acum numeratricem graduum Aequatoris.* 370
Prop. XXXX. *Verticalem mobilem ad Catoptrico-Gnomonicæ delineationis vsum collocare, ac disponere eo situ, qui ei competit, in proposita Sphæra Catoptrica Horizont.* 371
Prop. XXXXI. *Dato axe, & centro Horizontis, totum eiusdem circuli planum organicè formare, ac eadem opera communem illius cum horologij superficie qualicunque sectionem, delineare.* 373
Prop. XXXXII. *Dato axe, & centro Horizontis, organicè formare conum, cuius basis sit quilibet propositus Almucantarath apex autem sit centrum Horizontis; necnon eadem opera conicam sectionem eiusdem Almucantarath, in superficie horologij, quantumlibet irregulari, delineare.* 374
Prop. XXXXIII. *In linea Horizontali, quæsitum quodlibet punctum, siue integri gradus, siue minuti gradus determinare.* 375
Prop. XXXXIV. *Data diametro propositi alicuius circuli Verticalis, & dato vno aliquo puncto, in eius plano, formare organicè totum planum, eiusque communem cum superficie horologij sectionem eadem opera delineare.* 377
Prop. XXXXV. *In quolibet circulo Verticali punctum quæsitum determinare.* 377
Prop. XXXXVI. *Dato axe, ac centro Aequatoris, formare organicè totum eius circuli planum, ipsiusque plani communem cum superficie horologij sectionem, eadem opera delineare.* 378
Prop. XXXXVII. *Dato axe, ac centro Aequatoris, organicè formare conum, cuius basis sit quilibet propositus circulus eidem Aequatori parallelus, eademque opera sectionem eius conicam, in quacunque horologij superficie, delineare.* 379
Prop. XXXXVIII. *In linea Aequinoctiali, punctum quolibet desideratum determinare.* 379
Prop. XXXXIX. *Data diametro alicuius circuli maximi, per polos mundi, incedentis; & dato vno aliquo puncto in eiusdem circuli plano; formare organicè totum circuli planum, vel certè partem eius desideratam; necnon eadem opera sectionem eius in horologio designare.* 380
Prop. L. *In quolibet circulo maximo per polos mundi incedente, punctum quodlibet quæsitum determinare.* 380
Prop. LI. *In quolibet dato Aequatoris parallelo, punctum quodlibet quæsitum determinare.* 381
Prop. LII. *Verticali, & Meridiano fortè aliquando impeditis, ne liberè ac plenè munere fungantur suo, instrumentum vicarium sufficere, ad conicas præsertim sectiones designandas.* 382
Prop. LIII. *Vsum instrumenti huius vicarij explicare.* 384

Prop. LIV.

Prop. LIV. *Dato centro cuiuscunque circuli in Sphæra maximi, & datis in eiusdem plano, duobus alijs punctis, vel etiam datis tribus quibuscunque punctis in eo plano, dummodo non in lineam rectam positis: formare organicè totum eiusdem circuli planum, ac eadem opera sectionem eius in superficie horologij delineare, instrumento simplicissimo fidelissimo.* 386

Prop. LV. *Vsus instrumentorum Gnomonicus, solummodo in vniuersum per præcedentes propositiones explicatus, idem ad quamlibet particularem delineationem Catoptrico-Gnomonicam, atque etiam Optico-Gnomonicam, obseruata solùm debiti cuique situs diuersitate, transferendus est.* 389

Prop. LVI. *Astrolabium Catoptrico-Gnomonicum, insigni magnitudine, & pari magnificentia in palatio Eminentiss. Cardinalis Spada, Domini sui ab Autore delineatum, in paradigma delineationis Catoptrico-Gnomonicæ in particulari explicatiùs tradendæ, meritò proponitur.* 390

Prop. LVII. *Supradicti palatij Spadani cryptoporticus nobilissima interior, depictumque inibi Astrolabium Catoptrico-Gnomonicum scenographicè exprimitur.* 391

Prop. LVIII. *Eiusdem Astrolabij multiplex linearis contextus, eiusque vsus varij explicantur.* 392

Prop. LIX. *Elegantissimi, ad commendationem supradicti Astrolabij, versus, in appensis eidem tabellis ornatijs descripti, referuntur.* 395

Prop. LX. *Præmittuntur aliquæ præceptiones quibus, in prædicti horologij, seu Astrolabij Catoptrico-Gnomonici delineatione obseruatis, errores faciliùs vitentur, & procuretur operis concinnitas.* 397

Prop. LXI. *Lineam Horizontalem, ipsosque Horizonti parallelos circulos, quos vocant Almucantarath, in prædicto horologio Catoptrico-Gnomonico designare.* 401

Prop. LXII. *Circulus Verticales in eodem horologio Catoptrico-Gnomonico describere.* 402

Prop. LXIII. *Arcus Signorum Zodiaci, vnà cum linea Aequinoctiali in prædicto horologio Catoptrico-Gnomonico designare.* 402

Prop. LXIV. *Tropicos Lunæ; seu parallelos maximæ declinationis illius, in eodem horologio Catoptrico-Gnomonico describere.* 403

Prop. LXV. *Horas Astronomicas in eodem horologio Catoptrico-Gnomonico delineare.* 404

Prop. LXVI. *Parallelos arcuum diurnorum in eodem horologio Catoptrico-Gnomonico describere.* 405

Prop. LXVII. *Horas ab occasu, atque etiam ab ortu in horologio eodem Catoptrico-Gnomonico delineare.* 406

Prop. LXVIII. *Horas communes Inæquales, in eodem horologio Catoptrico-Gnomonico, delineare.* 409

Prop. LXIX. *Lineas Signorum Zodiaci ascendentium, in eodem Catoptrico-Gnomonico horologio, designare.* 411

Prop. LXX. *Horas Inæquales per quindenos ascendentis Eclipticæ gradus numeratas in eodem Catoptrico-Gnomonico horologio delineare.* 416

Prop. LXXI. *Lineas domorum cœlestium in eodem horologio Catoptrico-Gnomonico describere.* 421

Prop. LXXII. *Circulos Latitudinum, seu parallelos ciuitatum, in eodem horologio Catoptrico-Gnomonico, delineare.* 423

Prop. LXXIII. *Circulos Longitudinum, seu Meridianos ciuitatum, in eodem horologio Catoptrico-Gnomonico delineare.* 424

Prop. LXXIV. *Lineas quarumcunque ascendentium in Horizonte obliquo Stellarum, in eodem Catoptrico-Gnomonico describere.* 427

Prop. LXXV. *Idem ex eadem Horizontali Catoptrica Sphæra horologium, mira facilitate, in quauis, & quomodocunque disposita interni cubiculi superficie delineare, solius ope horologij optico-Gnomonici Horizontalis.* 432

Prop. LXXVI.

Prop. LXXVI. *Idem ex eadem Catoptrica Horizontali Sphæra, horologium sciatherici Verticalis euersi ope delineare.* 435

Prop. LXXVII. *Mirum, ac fidelissimum artificium tradere, quo expressa coloribus in tabella effigies, potest in superficie quacunque parietis, fornicis &c. facillimè, & expeditissimè deformari tali modo, vt procul, atque ex assignato puncto in latus prospecta opticè reformetur; appareatque nitida, concinna, & prototypo simillima: proprius autem, & ex aduerso inspecta dissipetur; & aliud quippam à se distinctum, bellè tamen expressum ostendat.* 438

Prop. LXXVIII. *Horologium Catoptrico-Gnomonicum è Sphæra Catoptrica Polari construere.* 449

Prop. LXXIX. *Horologium Catoptrico-Gnomonicum è Sphæra Catoptrica Aequinoctiali construere.* 450

Prop. LXXX. *Horologium Catoptrico-Gnomonicum è Sphæra Catoptrica Verticali construere.* 451

Prop. LXXXI. *Horologium Catoptrico-Gnomonicum è Sphæra Catoptrica Meridiana construere.* 451

Prop. LXXXII. *Horologium Catoptrico-Gnomonicum omnibus suis instructum lineis, ac notis in superficie quauis candida parietis, fornicis, &c. nullis tamen in ea ductis penicillo notis aut lineis; præclaro spectaculo, ac nouo artificio, ad nutum statim depingere, idemque pro libito delere, iterumque depingere.* 452

Prop. LXXXIII. *Speculo circa Aequatoris axem versatili horarium Catoptrico-Gnomonicum construere.* 457

Prop. LXXXIV. *Horarium Catoptrico-Gnomonicum delineare speculo Versatili circa axem tum Horizontis, tum simul cuiuslibet circuli Verticalis, in quo fuerit Sol.* 461

Prop. LXXXV. *In omni reflexione cylindrica, axis reflexionis, intra speculum productus, per axem speculi incedit ad eundem rectus.* 468

Prop. LXXXVI. *Si fiat reflexio à quocunque puncto sectionis speculi cylindrici, quæ basi eiusdem æquidistet; axis reflexionis, intra speculum productus, per centrum sectionis incedit.* 469

Prop. LXXXVII. *Si à punctis, quæ in oxygoniæ cylindrici speculi sectione sunt, reflexiones fiant, axes reflexionum in ijs punctis erecti, axem speculi non eodem simul omnes puncto secant.* 469

Prop. LXXXVIII. *Si plurimum ab vno lucido puncto incidentium radiorum reflexio fiat à cylindrici speculi sectione basi æquidistante, omnia reflexionum plana se simul intersecabunt in vna linea recta à lucido ad centrū sectionis reflectentis ducta.* 471

Prop. LXXXIX. *Si plurimum ab vno lucido puncto incidentium radiorum reflexio fiat à cylindrici speculi sectione oxygonia; quælibet duo reflexionum plana in quibus ad vtrasque partes sectionis reflectentis, æqualis fuerit incidentiæ siue reflexionis obliquitas, secabunt se in singulis rectis à lucido per speculi axem ductis.* 472

Prop. XC. *Si aliqua superficies plana in speculo cylindrico sectionem fecerit non perpendicularem basi, & in sectionem ab vno puncto lucido, plurimi cadant radij; ijdem inde reflexi in orbem simul emittentur circa speculum.* 473

Prop. XCI. *Si ab aliquo plano speculum cylindricum ita secetur, vt basi eius æquidistet sectio; in ipsam autem sectionem plurimi cadant radij ab vno puncto lucido, quod in eodem plano secante existat; radij inde reflexi ita emittentur in orbem, vt simul sint cum incidentibus, in eodem plano secante.* 475

Prop. XCII. *Si radij ab vno puncto lucido in cylindrici speculi sectionem; seu basi parallelam, seu oxygoniam, incidentes, non fuerint in plano quod eiusdem basi æquidistet; reflexi ab eadem sectione radij sic in orbem circa speculum emittentur, vt etiam simul plano basis, quæ ad partes puncto lucido oppositas, fuerit, inclinentur.* 476

Prop. XCIII. *Datis puncto incidentiæ in superficie speculi cylindrici; & puncto ex quo radius sic incidat vt (iuxta præcedentem propositionem) reflexus, ad basis planum inclinetur: inuenire in eodem plano punctum, in quod idem reflexus cadit.* 479

Prop. XCIIII.

Prop. XCIV. *Si plurium ab vno lucido puncto incidentium radiorum reflexio fiat à cylindrici speculi sectione basi æquidistante, reflexi intra speculum producti, non omnes ad vnum punctum concurrent; sed omnibus eandem rectam (à lucido ad centrum sectionis reflectentis ductam) secantibus solùm duo quilibet, quorum fuerit æqualis obliquitas reflexionis, rectam illam in eodem simul puncto secabunt.* 482

Prop. XCV. *Si plurium ab vno puncto lucido incidentium radiorum reflexio fiat à cylindrici speculi oxygonia sectione; reflexi intra speculum producti, non omnes ad vnum punctum concurrent, sed singulis rectas singulas à lucido per speculi axem ductas secantibus, solùm duo quilibet quorum fuerit æqualis obliquitas reflexionis, aliquam ex huiusmodi rectis in vno simul puncto secabunt.* 485

Prop. XCVI. *Si ab vno puncto infiniti lucis radij cadant in cylindrici speculi sectionem basi non perpendicularem, reflexi ab eadem sectione radij pariter infiniti efficient vnam lucis veluti superficiem, quæ in speciem secti coni circa idem cylindricum speculum descripti quodammodo conformatur. Veram tamen coni, licet secti, figuram habere non potest.* 486

Prop. XCVII. *Si conuenientibus in vnum duobus axibus hinc speculi cylindrici, inde circuli in Sphæra maximi facientis in eodem speculo parallelam basi sectionem; punctum quodlibet in eadem sectione sumatur pro puncto incidentiæ, planum reflexionis per id punctum incedens faciet in Sphæra circulum maximum.* 487

Prop. XCVIII. *Si axis speculi cylindrici incedat in Sphæra per centrum circuli maximi oxygoniam in ipso speculo sectionem facientis, omnes superficies reflexionum, quæ per puncta sectionis, tanquam per puncta incidentiarum, & simul per axem speculi, vel per minimam ipsius sectionis diametrum incedent, circulos maximos in Sphæra efficient; cæteræ autem circulos efficient minores.* 488

Prop. XCIX. *Si cuiuslibet maximi in Sphæra circuli axis sumatur pro speculo cylindrico, & centro pro omnibus punctis incidentiæ, quæ essent in circumferentia vnius è circulis ipsius speculi, cuius axis dicto axi congrueret; Sole in eodem circulo maximo existente, radius vnicus ab eius centro incidens intelligatur in orbem reflecti infinitis lineis: erunt illæ omnes in plano eius circuli. At verò si Sol in aliquo eiusdem circuli maximi parallelo existat & vnicus etiam ab eius centro incidens radius intelligatur in orbem reflecti infinitis lineis, illæ simul sumptæ, sicut vna superficies, perfectum conum formabunt cuius axis, axis ipsius circuli maximi; vertex centrum etiam illius; basis autem esset parallelus oppositus ei, in quo centrum Solis existeret.* 491

Prop. C. *Si speculum cylindricum à cuiuslibet maximi in Sphæra circuli plano orthogonaliter secetur, amborumque axes in vnum conueniant, & in sectionem à centro Solis infiniti radij cadant: Sole existente in aliquo eiusdem circuli maximi puncto, reflexi in orbem radij, velut vna ex omnibus compacta superficies lucis, eiusdem circuli maximi plano congruent: Sole autem extra eum circulum in aliquo eiusdem parallelo existente, conicum reflexum cadet in parallelum ei oppositum, & æqualem tanquam in propriam basim.* 494

Prop. CI. *Conici reflexi figura frustro coni recti quoad basis, ac sumitatis circulos, omnino similis; quoad latera verò dissimilis est.* 497

Prop. CII. *Si ab aliquo circuli in Sphæra maximi plano speculum cylindricum orthogonaliter secetur, & in sectionem infiniti cadant radij à centro Solis in eodem circulo maximo existentis; lux inde reflexa rectam lucidam lineam in quouis obuio plano depinget.* 499

Prop. CIII. *Si à cuiuslibet maximi in Sphæra circuli plano speculum cylindricum orthogonaliter secetur, & in sectionem infiniti radij cadant à centro Solis extra eum circulum maximum existentis in aliquo eius parallelo; lux inde reflexa lineam lucidam in plano æquidistante basi speculi, ac circa eiusdem axem depinget curuam; quæ tamen circulus esse non poterit.* 499

Prop. CIV. *Radijs à centro Solis in sectionem speculi cylindrici basi parallelam incidentibus, lucis reflexæ linea curua in nullo, & quomodocunque disposito plano potest*

esse

esse perfecta parabole, vel hyperbole, vel ellipsis. 501

Prop. CV. *Conici reflexi sectio in quouis plano, eò, cæteris paribus, similior est sectioni conicæ, quòd id planum proximius est summitati, aut basi ipsius conici reflexi.* 502

Prop. CVI. *Conici reflexi sectio in quouis plano eò erit cæteris paribus similior sectioni conicæ, quò puncti luminosi supra conici reflexi summitatem eleuatio minor fuerit.* 503

Prop. CVII. *Conici reflexi sectio in quouis plano, eò cæteris paribus similior est sectioni perfectæ conicæ, quò minor est speculi, seu sectionis eius reflectentis diameter.* 504

Prop. CVIII. *Posito axem speculi cylindrici incedere per centrum alicuius maximi in Sphæra circuli, sectionem in ipso speculo basi parallelam facientis, quem ad angulos rectos secet circulus alius maximus per Solis in aliquo eiusdem parallelo existentis centrum, incedens; si ab istius plano distet cognito interuallo punctum aliquod sectionis illius specularis datum pro puncto incidentiæ, in quod scilicet à centro Solis radius cadat possibile est punctum radij reflexi tum in circumferentia paralleli oppositi, & æqualis illi in quo est Sol; tum in plano eidem æquidistante; atque etiam quantitatem anguli incidentiæ, & reflexionis in superficie reflexionis inuenire.* 505

Prop. CIX. *Posito speculo cylindrico duos, vel tres in diametrum digitos habente, cuius sectio basi æquidistans pro Gnomone Catoptrico sumatur; conici reflexi cuiuscunque, sectio in quolibet plano simillima erit sectionis conicæ; quamuis id planum à sic sumpto Gnomone distet interuallo palmorum quinquaginta.* 511

Prop. CX. *Si vnico Sol motu, circa speculi cylindrici axem moueatur in aliquo Sphæræ suæ circulo, radios continuè vibrans in eiusdem speculi sectionem basi æquidistantem; conici inde reflexi sectio in quauis obiecta superficie, eadem semper, ac eodem situ permaneret, nullatenus sensibiliter variata.* 515

Prop. CXI. *Si speculum cylindricum immobiliter ita collocetur, vt axis eius Aequatoris axi æquidistet, Iris Catoptrico-Gnomonica sensibilem in se ipsa siue figuræ siue situs mutationum ex diurno Solis motu nullam recipiet, sed solùm reciproci accessus, & recessus constantissima vicissitudine motu vniformi non interrupto aut quasi subsultorio annuum Solis in Zodiaco motum æmulabitur.* 516

Prop. CXII. *Si speculum cylindricum immobiliter ita collocetur, vt axis eius, axi Horizonti æquidistet Iris Catoptr. sensibilem in se ipsa siue figuræ, siue loci mutationem nullam recipiet ex motu Solis præcisè vt circa axem Horizontis fit per varios circulos maximos Verticales: sed solùm prout ad axem, vel ab axe eiusdem Horizontis fit per varios circulos Horizonti parallelos.* 517

Prop.. CXIII. *Circulorum in Sphæra non maximorum arcus quibus in data quauis superficie delineatis congruat suo tempore Iris Catoptrico-Gnomonico non debent cæteris paribus, ad eandem Gnomonis longitudinem describi, ad quam in simili superficie describerentur eorundem circulorum arcus, quibus vmbra vel radius à speculo plano reflexus suo tempore conuenirent.* 518

Prop. CXIV. *Data diametro speculi cylindrici axem, & sectionem reflectentem basi æquidistantem, communes habentis cum circulo aliquo maximo, in cuius dato parallelo Sol existat, inuenire Gnomonis verticem, & consequenter longitudinem, ad quam in dato plano possit communibus descriptionis conicarum sectionum legibus describi arcus Iridi Catoptrico-Gnomonicæ accommodatè respondens, dum Sol in eodem dato parallelo existet.* 520

Prop. CXV. *Data diametro speculi cylindrici axem & sectionem reflectentem habentis communes cum Aequatore, arcus qui locum Solis in Zodiaco reflexa Iride in ipsos cadente commonstrent in quouis proposito plano delineare. Vel certè eorundem arcuum puncta in horarijs proposita plani lineis Astronomicis distinguere.* 524

Prop. CXVI. *Speculum cylindricum sic aptè in debito situ collocare, vt reflexa ab eodem Iris, conuenienter quolibet tempore, Solis in Zodiaco locum demonstret.* 529

Prop. CXVII. *Data diametro speculi cylindrici axem, & sectionem reflectentem habentis communes cum Horizonte; arcus Almucantharath, qui solaris supra eundem*

hori-

Horizontem eleuationis gradum reflexa Iride demonstrent, in quauis superficie delineare: vel certè eorundem arcuum puncta, in propositi plani lineis Verticalibus, vel alia quacunque distinguere: completaque delineatione seu distinctione, speculum ipsum in situ debito collocare atque firmare. 530

Prop. CXVIII. *Si speculum cylindricum ita disponatur, vt super Aequatoris axe continuè motum, subinde perpendiculariter secetur à circulo quolibet per eiusdem Aequatoris polos incedente, in quo Sol extiterit, reflexa Iris horas Astronomicas poterit indicare.* 532

Prop. CXIX. *Horas Astronomicas Iride Catoptrico-Gnomonica demonstrandas in quauis proposita interioris cameræ superficie delineare.* 533

Prop. CXX. *Speculum cylindricum ita disponere, vt Iris ab eo Gnomonicè reflexa horas Astronomicas demonstret.* 533

Prop. CXXI. *Si speculum cylindricum ita disponatur, vt axis eius cum Aequatoris axe constituat angulum minimè variandum complementi eleuationis poli supra Horizontem, & ita speculum ipsum super eodem Aequatoris axe moueatur ad motum Solis: possibile est Iride reflexa horas ab ortu, vel occasu indicari.* 536

Prop. CXXII. *Horas ab ortu vel ab occasu Iride reflexa indicandas in quauis proposita interioris cameræ superficie delineare: ipsumque speculum cylindricum ita conuenienter disponere, vt ad propositum, Iridem aptè reflectere possit.* 538

Prop. CXXIII. *Si cum Aequatoris axe angulum maximæ declinationis Zodiaci nusquam variandum constituat speculi cylindrici axis; & hoc modo super eodem Aequatoris axe speculum ipsum moueatur, possibile est lucente Sole, ad quodlibet datum temporis momentum, Iride reflexa exprimi in horologio lineam Eclipticam secundùm situm, quem illa tunc in cœlo habet respectu nostri hemisphærij.* 541

Prop. CXXIV. *Signorum Zodiaci gradus, qui quouis dato momento temporis in Horizonte ortiuo, occiduoque, ac in singulis horarijs alijsque omnis generis circulis, versantur; Iridis Eclipticam in horologio lineam Catoptricè exprimentis indicio, distinctè ac simul inuenire.* 543

Prop. CXXV. *Stellarum fixarum, atque etiam Planetarum non solùm exortus, sed etiam loca in circulis horarum Astronomicarum tum diurnarum, tum nocturnarum, Iridis, vt prædictum est, Eclipticam exprimentis indicio inuenire.* 545

Prop. CXXVI. *Iridi reflexam Eclipticam exprimenti accommodatas Astrolabij lineas in interioris cameræ parietibus, ac testudine describere.* 547

Prop. CXXVII. *Specula in opus horographiæ Catoptrico-Gnomonicæ necessaria & idonea comparare.* 548

Liber Quartus.

PRopositio I. *Si duo se inuicem contingant diaphana, alterum rarum, alterum densum, vtrunque planum; & radius in raro per lineam denso contiguam, aut vice versa, progredi incipiat; per eandem cœptum iter prosequetur, nec patietur refractionem.* 556

Prop. II. *Si in duobus diaphanis duæ sint lineæ ad communem contactus ipsorum superficiem, angulum pariter facientes in puncto refractionis; & lux priùs per vnam incidens refringatur per aliam; vicissim, si reuersè per posteriorem incidat, refringetur per priorem.* 558

Prop. III. *Quacunque facta diuersorum diaphanorum combinatione, quamuis in raro nullus sit inclinationis angulus, quo incidens radius non refringatur in denso; necessariò tamen aliquis in denso est inclinationis angulus, quo incidens radius non refringitur in raro, sed in ipsomet denso, ex quo incidit.* 560

Prop. IV. *Si lucis radius è quouis raro in simile rarum transmittatur per densum, cuius ambæ hinc inde superficies vtrique raro contiguæ, planæ sint ac inuicem parallelæ; angulus secundò refractus à perpend. erit æqualis angulo primæ inclinationis, & radius*

secundò refractus æquidistabit primò incidenti producto. 562

Prop. V. *Radij lucis ex vno in aliud quodcunque diuersum diaphanum, quocunque angulo incidentis licet fiat refractio; pars tamen aliqua reflectitur: & quidem seruata æqualitate angulorum incidentiæ, & reflexionis.* 564

Prop. VI. *Radij, qui è denso in rarum tali angulo incidit vt in illud non progrediatur; pars vna in eodem denso refringitur, & altera etiam in eodem reflectitur.* 566

Prop. VII. *Si radius è primo diaphano raro in tertium densum propagetur per secundum densius quidem primo, sed tertiò minus densum, quodque insuper ambas, quibus vtrique contiguum est, superficies habeat planas ac inuicem parallelas; angulus refractus in tertio diaphano, æqualis erit ei, qui fieret sublato secundo, & retento primo cum eodem primæ inclinationis angulo.* 567

Prop. VIII. *Si radius è primo diaphano raro in tertium densum propagetur per secundum vtroque densius, quodque ambas, quibus vtrique contiguum est, superficies habeat planas, ac inuicem parallelas; angulus in tertio diaphano refractus non erit idem qui foret sublato secundo, cæteris paribus: sed minor illo: erit verò eidem qui foret, si secundum diaphanum positum esset loco tertij, & vicissim tertium loco secundi.* 569

Prop. IX. *Varia de modo & causa efficiente illuminationis præsertim directæ placita Autorum recensere.* 571

Prop. X. *Varia de modo, & causa efficiente illuminationis reflexæ, ac refractæ placita Autorum recensere.* 573

Prop. XI. *Exponitur in particulari quomodo, & qua ex causa fiat lucis refractio in ea sententia, in qua lux nihil aliud est quàm motus localis à lucido ad oculum propagatus, seu eius apparitio.* 575

Prop. XII. *Lucem in toto diaphano, instanti indiuisibili emicare non satis constat, vt id in vera Philosophia, tanquam certum, supponi debeat vel saltem possit.* 578

Prop. XIII. *Quantumuis lux in quodam à tumescentia lucidi ad oculum propagato motu, siue in eius apparitione consisteret; non tamen propterea instanti indiuisibili fieret lucis propagatio: imò è contrà propter hoc ipsum fieret necessario successiuè.* 581

Prop. XIV. *Immediatam in distans actionem physicam esse impossibilem.* 585

Prop. XV. *Speculum reflectens, & secundum diaphanum refringens, non ita sunt causa reflexionis, & refractionis, vt ipsam quoque lucem reflexam, vel refractam physicè efficiant; aut ad efficiendam physicè concurrant.* 593

Prop. XVI. *Lucis per totum diaphanum propagatio non est à fœcunditate; qua post lucidum sit in qualibet lucis parte ad aliam sibi similem in proxima diaphani parte generandam.* 594

Prop. XVII. *Si in totali per diaphanum propagatione lucis, pars eius vna, proles alterius esset; lux reflexa vel nulla foret, vel non teneretur lege æqualitatis angulorum incidentiæ, & reflexionis. Et similiter lux refracta, vel nulla esset, vel non ex lege, ex qua refractiones fiunt.* 595

Prop. XVIII. *Lux quæ illuminatione directa in toto diaphano est, non in eo efficitur à fœcunditate lucidi vim illuminatricem suam intendentis, & actionem dirigentis in illud.* 597

Prop. XIX. *Lux quæ illuminatione reflexa in diaphano est, non in eo physicè efficitur à fœcunditate lucidi vim illuminatricem suam, vel ipsam illuminandi actionem retorquentis ob speculum impediens vlteriorem eius directionem.* 598

Prop. XX. *Quamuis esset lucido fœcunditas genitrix lucis illuminatione directa in parte remota diaphani; non tamen propterea esse posset illuminatione reflexa.* 599

Prop. XXI. *Lux quæ in secundo diaphano refringente est, non in eo efficitur à fœcunditate lucidi mutante directionem illuminationis propter occursum eius diaphani à primo diuersi. Imò quamuis in lucido fœcunditas esset ad lucem in diaphano generandam illuminatione directa, non tamen propterea esset ad generandam illuminatione refracta.* 603

Prop. XXII. *Refractionis causa non est resistentia medij prout materiali necessitate*

tate impediens dispersionem lucis. 607
Prop. XXIII. *Refractio non est una siue simplex, siue multiplex ordine quodam facta in secundo diaphano reflexio lucis ad opposita porulorum latuscula illisæ.* 609
Prop. XXIV. *Lucem non esse localem aliquem motum (siue apparitionem eius) qui à lucido, impressus diaphano, propagetur ad oculum.* 612
Prop. XXV. *Si lux in quodam à tumescentia lucidi propagato per diaphana ad oculum motu, vel in eius apparitione consisteret; eademque ideo solùm refringeretur, quia inæqualis est propagationis eius per diuersa diaphana, velocitas; non tantùm refractio non fieret ex lege angulorum refractorum, ex qua fieri illam constat; sed nec ulla prorsus fieret.* 614
Prop. XXVI. *Lux in diaphanum effluuio emicat de lucido.* 619
Prop. XXVII. *Locali physico motu non instantaneo, sed successiuo, celerrimo tamen, lux per diaphana fertur quemadmodum reflexè, ac refractè, ita & directè.* 620
Prop. XXVIII. *Lucis naturam ex præcedentibus explicare, simulque assignare causam, vnde illi motus indiscriminatim in omnes loci differentias.* 624
Prop. XXIX. *Lux in diaphano viam rimatur per eius poros, quos repererit idoneos, & ad motum sibi connaturalem accommodatos.* 626
Prop. XXX. *Rationem ex parte lucis reddere, cur ea motum rectum, ac per radios directos naturaliter affectet; & tamen eadem aliquando deflectat à rectitudine viæ, ac per radios fractos progrediatur.* 628
Prop. XXXI. *Rationem ex parte lucis reddere, cur parte vna radij ob difficilem transitum retardata; alia interim, etsi quodammodo libera sit ab hac difficultate, non tamen sociam deserat auolando; sed ambæ simul ob inæqualitatem velocitatis mutent directionem priorem motus, & radium incuruent.* 629
Prop. XXXII. *E physicis hactenus positis principijs rationem reddere, & modum explicare, quo lux è primo in secundum diuersæ densitatis, aut raritatis diaphanum obliquè se se insinuans refractionem suorum radiorum patitur.* 631
Prop. XXXIII. *Quando radius lucis ob difficiliorem in vno diaphano; & faciliorem in alio transitum, curuari cogitur; ita curuatur, vt ambo eius, quæ in superficie refractionis sunt, latera pariter curuentur flexu quodam hinc inde (id est in parte concaua & conuexa) circulari circa vnum centrum.* 633
Prop. XXXIV. *Si duæ fiant refractiones duorum radiorum, ab eodem primo diaphano ad idem secundum, non eadem inclinatione incidentium; vt sinus anguli inclinationis ad sinum anguli refracti in vna refractione; ita sinus anguli inclinationis ad sinum anguli refracti in alia.* 634
Prop. XXXV. *Rationem reddere, ob quam lux è raro in densum obliquè incidens, refringitur ad perpendicularem, & è contrà à perpendiculari, cùm è denso in rarum incidit.* 636
Prop. XXXVI. *Rationem reddere, ob quam ex incidentia perpendiculari, nulla fit lucis refractio.* 637
Prop. XXXVII. *Rationem reddere, ob quam ex maiori in eodem raro inclinatione ad idem densum, vel è contra; maior fiat refractio, & minor ex minori inclinatione.* 638
Prop. XXXVIII. *Rationem ex parte lucis reddere, cur ad quandam inclinationem tale sit lucis iter, refractè è denso per rarum; vt reciprocè non possit esse idem ex eodem raro in idem densum; & cur ad alias inclinationes sit semper via reciproca.* 639
Prop. XXXIX. *Rationem ex parte lucis reddere, ob quam ipsius lucis è raro in rarum idem, per intermedium densum (cuius ambæ superficies planæ inuicem æquidistant) exeuntis angulus secundò refractus, est æqualis angulo primæ inclinationis.* 640
Prop. XL. *Rationem reddere, ob quam radius quicunque incidens ex vno in aliud non solum diuersæ, verùm etiam omnino similis densitatis diaphanum; partim ingrediatur secundùm; partim in primum reflectatur; atque eatenus in omni refractione minuatur ac debilitetur.* 640
Prop. XLI. *Rationem ex parte lucis reddere ob quam radius angulo quodam incidens è denso in rarum non ingrediatur idem rarum; sed in denso ex quo incidit refrin-*

gatur. 461
Prop. XLII. *Rationem reddere ob quam non fit refractio viuidè nisi vtriusque diaphani superficies sit polita; sicut & cur languidè fiat reflexio ab impolito speculo.* 642
Prop. XLIII. *Rationem reddere ob quam regulatè fit refractio, cùm diaphani superficies refringens certa lege polita est.* 643
Prop. XLIV. *Rationem reddere, ob quam amoto lucido vel interposito opaco, statim lux intercedat & euanescat.* 644
Prop. XLV. *Dato quocunque angulo refracto, cum angulo inclinationis cui ille respondet, cæteros refractos cæteris inclinationibus respondentes, in quauis proposita diaphanorum differentia inuenire ac in tabulam redigere.* 646
Prop. XLVI. *Instrumentum refractorium construere.* 647
Prop. XLVII. *Instrumenti refractorij iam instructi vsum dioptricũ explicare.* 650
Prop. XLVIII. *Angulos ex aere ad aquam iuxta obseruationes Vitellionis refractos in ampliorem tabulam redigere, vsumque constructæ tabulæ explicare.* 652
Prop. XLIX. *Radius è quouis puncto superficiei Sphæræ per verticem Gnomonis dioptrici ita emissus, vt ad axem incidentiæ rectus sit, propagatur irrefractus in punctum diametraliter oppositum ei ex quo emittitur.* 655
Prop. L. *Circulus maximus ad axem refractionis rectus, locum naturalem & figuram circularem retinet in Sphæra Dioptrica.* 656
Prop. LI. *Circuli minores ad axem refractionis recti, naturalem in Sphæra dioptrica locum amittunt, sed circularem figuram retinent.* 656
Prop. LII. *Circuli maximi per axem incidentiæ incedentes, neque circularem figuram, neque locum naturalem amittunt refractione.* 657
Prop. LIII. *Circulus maximus Sphæræ dioptricæ ad superficiem refringentem inclinatus neque locum naturalem, neque circularem figuram in loco apparenti retinet.* 658
Prop. LIV. *Circulus minor, æquidistans circulo maximo incedenti per axem incidentiæ, locum naturalem simulque figuram circularem in Sphæra dioptrica amittit.* 662
Prop. LV. *Circulus minor parallelus circuli maximi ad superficiem refringentem inclinati locum naturalem, & simul figuram circularem in Sphæra dioptrica amittit.* 664
Prop. LVI. *Si aliquem in Sphæra circulum minorem, qui ad axem incidentiæ rectus non sit, Sol percurere intelligatur; dum radius incidens conicam superficiem circa axem illius circuli ad continuum Solis motum describet, radius refractus simul etiam suo modo circa axem refractum ductus, non describet conicam superficiem.* 666
Prop. LVII. *Circuli Sphæræ dioptricæ maximi, ad axem refractionis recti; vel qui per eum incedunt, lineas in plano horologij rectas efficient: cæteri curuas, pro modo & quantitate refractionum.* 666
Prop. LVIII. *Circulorum Sphæræ dioptricæ minorum, qui ad axem refractionis recti sunt, Gnomonicæ in planum proiectiones erunt sectiones conicæ, cæterornm, non erunt.* 667
Prop. LIX. *Leges aliquas seu regulas ad Gnomonicam Sphæræ dioptricæ proiectionem necessarias præscribere.* 667
Prop. LX. *Datis refractionum tabulis ad quemlibet diaphanorum diuersitatem gradus quadrantis refractos, seu secundum refractionum quantitatem degradatos distinguere.* 669
Prop. LXI. *Dato quadrante refracto rete horographicum ad datam Gnomonis dioptrici longitudinem construere in plano quod axi refractionis æquidistet.* 672
Prop. LXII. *Dato eodem quadrante refracto, rete aliud horographicum ad datam Gnomonis dioptrici longitud. delineare in plano ad axem refractionis perpend.* 675
Prop. LXIII. *Dato reti horologium dioptricum delineare.* 677
Prop. LXIV. *Horologium dioptricum sub aqua: in concauo hæmisphærico vase delineare.* 678
Prop. LXV. *Radio Solis per exiguam ad hoc paratam crystallum in cameram alias occlusam introfuso, horarium dioptricum amplissimum, media in luce vmbratilibus lineis depingere.* 680

Prop. LXVI

Prop. LXVI. *Ad cryſtalli & aqua ſimul compoſitas refractiones horarum dioptricum delineare è quauis Sphæra dioptrica.* 681

Prop. LXVII. *In quauis & quomodocunque diſpoſita ſuperficie, è quauis dioptrica Sphæra ad compoſitam, vel ſimplicem refractionem, licet ignotam horarium dioptricum organicè delineare.* 683

Prop. LXVIII. *Pulcherrima meteoricæ Iridis æmula Thaumantias in occluſæ cameræ ſuperficie dealbata refractis à ſpeculo cylindrico ſolaribus radijs gignitur, quæ non ſolùm horas tum Aſtronomicas, tum aliàs, ſed etiam locum Solis in Zodiaco, in circulis Verticalibus, domorum cœleſtium &c. oſtendere poteſt.* 684

Prop. LXIX. *Speculum cylindricum cryſtallinum ſic aptè in debito ſitu collocare, vt Dioptrico Gnomonica Iris, quolibet tempore, Solis in Zodiaco locum demonſtret.* 685

Prop. LXX. *Modulum concauum in quo cryſtallus arena minutula exteri, ac in conuexas lentes ſphæricas conformari poſſit, è cupro, ferro, chalybe &c. ad quamlibet optatam diametrum, opere tornatili exquiſitiſſimo, facillimoque elaborare.* 689

Prop. LXXI. *Modulum conuexum ſphæricum, è ferro, chalybe, cupro &c. ad optatam diametrum, opere etiam tornatili facillimo, & exquiſitiſſimo elaborare.* 693

Prop. LXXII. *Cognita menſura refractionũ è cryſtallo in aerem inuenire angulum verticis triãguli per axem coni in quo ſecta hyperbole (cuius axis axi coni æquidiſtet) talis ſit vt ad eius legem rectè formata atque polita lens cryſtallina, ex altera parte plana, parallelos incidentes radios refringat ad focum eiuſdem extrinſecum.* 695

Prop. LXXIII. *Modulum hyperbolicum concauum, aut conuexum è quauis materia torno raſili, ad optatæ ſectionem hyperboles perfectiſſimum edere.* 698

Prop. LXXIV. *In cono cuius angulus verticis trianguli per axem datus eſt, ex datis axe traſuerſo, & latere recto ellipſim inuenire.* 701

Prop. LXXV. *Modulum è quauis vt ſupra materia, ellipticum torno efficere.* 703

Prop. LXXVI. *Modulos planos è quauis materia torno exquiſitiſſimè & expeditiſſimè efficere.* 703

Prop. LXXVII. *Cryſtallinas cuiuſuis figuræ lentes in proprijs modulis terando formare.* 704

Prop. LXXVIII. *Cryſtallinam cuiuſlibet figuræ lentem perfectè formatam, ac læuigatam perfectè etiam illæſaque figura expolire.* 705

INDEX
Lemmatum quæ ſunt in toto opere.

SVb exemplo luſoriæ pilæ redditur è phyſicis principijs ratio æqualitatis angulorum incidentiæ ac reflexionis lucis. 292

Lemma 1. *Inter pilam incidentem & planum in quod ea incidit mutua quædam eſt contrarietas, ſeu oppoſitio maior aut minor, ea proportione qua totalis motus incidentiæ plùs minùſue habet de perpendiculari.* 293

Lemma 2. *Quando incidentia eſt perpendicularis, planum percutit pila toto impetu: quando verò incidentia obliqua eſt, impetu diminuto, ea proportione, qua in eius motu minus eſt de perpendiculari.* 295

Lemma 3. *Percuſſioni repercuſſio ad æqualitatem reſpondet ſecundùm vim impulſus, & repulſus.* 297

Lemma 4. *Vis percuſſionis; quantùm eſt de ſe, & niſi impediatur, pellit pilam in partes vnde incidit, ac per ipſammet lineam incidentiæ.* 299

Eiuſdem æqualitatis angulorum incidentiæ, ac reflexionis ratio redditur etiam è principijs phyſicis, ſed ſub alia conſideratione radij lucis. 302

Lemma 5. *Duo puncta quibus in ſpeculo plano cathetũ reflex. ſecant hinc radius incidens productus, inde radius reflex. æqualiter diſtant ab eiuſdẽ ſpeculi plani ſuperficie.* 478

Lemma 6. *Datis axe & focis ellipſis, inuenire latus rectum.* 701

INDEX

INDEX

Tabularum quæ sunt in toto opere.

1. TAbula. *Solaria Gnomonica Horologia omnium generum suis secundùm proprias differentias digesta ordinibus.* 21

2. *Tabula arcuum circuli Verticalis primarij comprahensorum inter communem eius, & Meridiani sectionem, ac singulos circulos horarios à meridie, & à media nocte, pro varijs poli eleuationibus supputata.* 201

3. *Tabula arcuum Horizontis comprehensorum inter lineam Meridianam, & singulos circulos horarios à Meridie, & à Media nocte, pro varijs Poli eleuationibus à gradu 35 ad 55 supputata.* 212

4. Tabula. *Declinationes Signorum Zodiaci ad singulos eorum gradus.* 233

5. Tabula. *Declinat. Signorum Zodiaci ad singulos eorum gradus, ex Tychone.* 234

6. Tabula. *Declinatio arcuum diurnorum horarum 14, & 10; itemque horarum 18, & 6, ad poli eleuationes annotatas.* 250

7. *Tabula tripartita horarum ab ortu, & occasu quæ Astronomicas intersecant in annotatis arcubus diurnis.* 272

8. Tabula. *Horæ Inæquales à quibus Astronomicæ vel earum semisses intersecantur in annotatis arcubus diurnis.* 277

9. Tabula. *In parallelo omnium nunquam apparentium maximo, horæ ab ortu vel occasu Astronomicas secant* 408

10. *Tabula vniuersalis ostendens in Horizonte tum ortiuo, tum occiduo puncta Signorum, per quæ Signi cuiuslibet ascendentis linea describatur.* 412

11. Tabula. *Cœli meditationes.* 413

12. *Tabula distinctè ostendens lineas, aut portiones linearum Signorum ascendentium, pertinentes ad semicirculum Eclipticæ tum ascendentem, tum descendentem.* 416

13. *Tabula prima vniuersalis ostendens lineas ascendentis Eclipticæ, quæ parallelos Signorum tangunt, vel secant; ad eius generis Inæquales horas diurnas, quæ per quindenos eiusdem Eclipticæ ascendentis gradus numerantur, eo tempore, quo Sol à Capricorno per Arietem ad Cancrum mouetur.* 419

14. *Tabula secunda vniuersalis ostendens lineas ascendentis Eclipticæ, quæ parallelos Signorum tangunt, vel secant; ad eius generis Inæquales horas diurnas, quæ per quindenos eiusdem Eclipticæ ascendentis gradus numerantur, eo tempore, quo Sol à Cancro per Libram ad Capricornum mouetur.* 420

15. *Tabula continens circulos tum Azimuth, tum Almucantarath per quorum communes sectiones incedunt horarij à meridie & à med. nocte, ad poli eleuat. grad. 42.* 463

16. *Tabula continens circulos tum Azimuth, tum Almucantarath, per quorum communes sectiones Aequator ac duo Tropici incedunt, ad poli eleuat. grad. 42.* 464

17. *Tabula refractionum ex aere in aquam ad singulos inclinationum gradus secundùm proportionem quam habet sinus anguli refracti dati 50 ad sinum anguli inclinationis dati 80 supputata.* 647

18. *Tabula refractionum ex aere in aquam ad singulos inclinationum gradus ex omnibus à Vitellione factis experimentis per quandam inter ea seruatam proportionem supputata.* 653

19. Tabula. *Circuli Polaris in annotatis Verticalibus distantia à Zenith.* 661

20. *Tabula circulorum tum Azimuth, tum Almucantarath per quorum communes sectiones incedunt circuli horarum ab occasu ad poli eleuationem grad. 42.* 679

FINIS.

FA-

FACVLTAS REV^MI P. GENERALIS.

Nos Frater Thomas Munoz, & Spinossa, Lector iubilatus, & S. Inquisitionis in supremo Hispaniarum Senatu Qualificator, & totius Ordinis Minimorum Sancti Francisci de Paula Corrector Generalis, &c.
Dilecto nobis in Christo Fratri Patri Emanueli Maignan, S. Theologiæ Lectori & Mathematico salutem.

TIbi præfato Patri tenore præsentium facultatem damus, imo ad meritum S. Obedientiæ præcipimus vt Horariam Perspectiuam, seu de Horographia Gnomonica tum Theoretica, tum Practica libros quatuor; aliasque tuas, tum Mathematicas, tum Theologicas, ac Philosophicas lucubrationes, luci publicæ committas, seruatis seruandis, & dummodo eas legerint, atque approbauerint duo Ordinis nostri Theologi à nobis vel alio pro tempore Superiori specialiter deputandi. Nunc autem pro Perspectiua Horaria deputamus Sacræ Theologiæ Professores PP. FF. Basilium Aloysium, & Philippum Beauuarlet. In quorum fidem præsentes manu & sigillo nostris muniuimus in Conuentu nostro S S. Trinitatis de Vrbe, hac die XXVII Nouembris Anni Domini M DC XXXXVI.

F. Thomas Munoz & Spinossa Corrector Generalis.

De mandato Reuerendissimi P. Nostri Generalis.

F. Michael Angelus Diosdado, Collega, & Secret.

Loco † Sigilli.

NOs infrascripti Ordinis Minimorum Theologi, speciali Reuerendissimi Patris nostri Generalis mandato deputati, vidimus perlegimusque Reuerendi Patris Fr. Emanuelis Maignan Perspectiuam Horariam: testamurque nihil nos in ea reperisse à Fide Orthodoxa, vel à bonis moribus quoquo modo absonum, imò reperimus non solùm omnia, quæ ad vulgarem Horographiã pertinent, scitè solidèque pertractata, sed etiam plurima feliciter reserata Gnomonices nobilioris ac simul Optices, Catoptrices, atque Dioptrices arcana diu multùmque ab earum facultatum cultoribus desiderata; quapropter librum censemus dignissimum qui ad publicam vtilitatem typis mandetur. Datum Romæ in Conuentu Sanctissimæ Trinitatis Montis Pincij hac die 11 mensis Martij Anni 1647.

F. Basilius Aloysius.

F. Philippus Beauuarlet.

Impri-

Imprimatur,

Si videbitur Reuerendissimo Patri Magistro Sacri Palatij Apostolici.

Alex. Victricius Episc. Alat. Vicesg.

APPROBATIO.

DE mandato Reuerendissimi Patris Vincentij Candidi Magistri Sacri Palatij Apostolici studiosè legi Librum, cui titulus est *Perspectiua Horaria*, ab admodum R. P. F. Emanuele Maignan Sacræ Theologiæ professore compositum, in quo testor nihil me reperisse quod aduersetur doctrinæ Catholicæ, aut bonis moribus dissentaneum sit; quin potius ob singularem eruditionem & iucundissimam rerum hactenus in hoc scribendi genere non auditarum tractationem eum publica luce dignissimum iudicaui. In quorum fidem præsenti testimonio subscripsi hac die 13 Martij Anni 1647.

F. Antonius Dufloz Lector S. Theologiæ in Conuentu SS. Trinitatis de Vrbe.

Imprimatur,

Fr. Hyacinthus Pandulphus Magister, & Socius Reuerendissimi Patris Fr. Vincentij Candidi, Ordinis Prædicatorum, Sacri Palatij Apostolici Magistri.



PERSPECTIVAE HORARIAE PARS THEORETICA

Siue HOROGRAPHIAE GNOMONICAE

LIBER PRIMVS.

Continens Hypotheses, & omnia, quæ ad Horographiæ Gnomonicæ Theoriam in vniuersum, spectant.

PRAEFATIO.



HOC Libro, mi Lector, postquàm in vniuersum, definitiones, hypotheses, & præcipua Horographiæ Gnomonicæ Theorica principia, quantum fuit necesse; & ea qua potui tùm breuitate, tùm diligentia exposui, propositionibus primis 17. à 18. vsque ad 21. communem triplicis Horographiæ Gnomonicæ, Theoriam statuo; constructione, & Gnomonica proiectione triplicis Spheræ, circulis suis omnibus instructæ. Demum à 22. vsque in finem quæro; quale, & quantum malum sit, in re Gnomonica; quod radij solares, refractionem in aere patiuntur. Animaduertes autem aliqua hinc ab Autorum Horographorum vsu communi, remota; inde à placitis etiam Astronomorum quodammodo dissidentia: sed illa, commodioris ad explicandum methodi; ista maioris in re ipsa (vt visum est) fundamenti ratione sic dicta sunt. Ita; quod propos. 8. & 9. habetur, de plani Horologij, tùm Declinatione, tùm Inclinatione; magis, vt puto, arri-

2

debi'; quam vulgaris earundem vocum vſurpatio non parum intricata; ne dicam confuſa. De horarum Aequalium inæqualitate, hactenus ab Aſtronomis exiſtimata; forte non immeritò dubitandum eſſe, exiſtimaui prop. 4. propoſit. autem 22. ac deinceps, multò magis reijcienda eſſe duxi plurima, quæ velut certa abſque tamen ſufficienti fundamento; aliqui aſſerunt, de refractionibus lucis ex æthere in aerem incidentis.



Perſpectiuæ

Propoſitio I.

Temporis naturalis diſtinctam, & humanæ vitæ vſibus accommodatam menſuram Ars ingenioſa, varijs Horologiorum mechanicis formis præclarè expreſsit: luculentiùs vero atque accuratiùs, Aſtronomicis inſtrumentis concinnauit Perſpectiuæ ſolertior; ipſa vtrique exemplum præbente Natura.



OROLOGIVM quaſi horarum ratio, eſt quoddam veluti ſpeculum temporis, ſeu dixeris tempus artificiale; primario naturali tempori commenſuratum; & vice ſua illud quodammodo etiam menſurans; hoc eſt quantitatem illius demonſtrans; præſertim quoad minutiores eius particulas; vtpotè horas, quas ad noſtros communes vſus diſtinctius exprimi neceſſe fuit. Cum autem dicimus tempus; fluxum quendam, volubilitatem, & tranſitum dicimus; ſecundùm quem ſpatijs ſuis tranſeunt vniuerſa ſub Cœlo, & in ſtatu eodem permanent nunquam: ſin vltrà quæratur vnde, & qua, & quò tranſeant; vtique à futuro per præſens tranſeunt in præteritum: à non eſſe, per eſſe; ad non eſſe properant. Futurum namque non eſt; ſed erit poſtmodum: præteritum, erat quidem paulò ante; ſed modo non eſt; ſolùm itaque præſens eſt; ita tamen eſt; vt moram nullam, vel aliquod tantiſper hærendi ſpatium admittat; ſed ſimul ac apparuerit auolet ſtatim, & euaneſcat: paulatim creſcente præterito, ex diminutione futuri; donec eiuſdem conſummatione, ſit totum præteritum: Vnde tam exilis eſt, & tam euanida res, tempus; vt niſi fluendo non ſit, & nullum ſui relinquat ipſo fluxu veſtigium: vt mirum fortè non ſit ſi ex tam tenuibus ac ſubtiliſſimis filis contexta tela, quorundam, alias ad alia peracutorum Ingeniorum aciem fugerit; aliorum certè non parum torſerit, in vera, propriaque ſui definitione. Certe nihil familiarius, & notius, interloquendum commemoramus; quàm tempus; ſed nec eſt aliquid aliud, in cuius explicatione, magis hæreamus: dicant Peripathetici, tempus eſſe numerum motus ſecundùm priùs, & poſterius; Plato, naturam eius altiùs repetens, definiat æternitatis in vnitate manentis mobilem, & numero euntem Imaginem: Exiſtimant certe alij motum Cœli, & præſertim Solis, ipſum eſſe tempus. Cogitant verò plurimi, interuallum quoddam ſucceſſiuum, & in eo terminos quoſdam prioritatis, & poſterioritatis fixos, quibus tanta vel tanta ſucceſſiua diſtantia definiatur: qualis diſtantia, exempli cauſa, eſt inter principium & finem diei illius longiſſimi: quo, ad imperium Ioſue, *Stetit Sol in medio Cœli*; tunc ſiquidem ſtante Sole, ibat nihilominus motu ſuo tempus. Sed hæc viderint Phyſici: Sufficiat Horographo, temporis menſuras, neceſſarijs humanæ vitæ vſibus accommodatas indicare. In

ipsa prima Mundi creatione, Deus ordinatissimam Cœli choream; velut vniuersale quoddam, & cunctis commune gentibus, sibi semper constans, & æquatis certissimis motibus, vniforme Horologium ad fidelissimos temporum calculos tẽperauit. Solem vero, Lunamque, & sidera alia, posuit pro prçclaro, & conspicuo Indice; ad cuius signa & numeros reuolutionum; dies, noctesque, hebdomadas, menses, & annos, vitæ etiam momenta nostræ; labores quoque, & otia; denique rerum durationes omnium, in hoc orbe inferiori metiremur: ipsomet Deo exemplum præbente; qui vim creatricem infinitam; in mundi construenda mole, instituto à se tempori, ita commensus est; vt quæ cuilibet, singulari productioni spatia conuenirent; dierum, noctiumque successione definiret: atque attributis, perficiendo operi, sex diebus; Septimum quieti consecraret. In huncitaque modum præclaro Dei opificio, ac etiam beneficio, prçstituta sunt signa temporum; quibus lux à tenebris, dies à nocte diuiditur: Sed fuit tamen præterea necesse; morarum, penè dixi horarum (& reuera horæ ipsæ moræ sunt) interualla quædam, in motu Solis, Lunæque, & aliorum siderum determinare; nec non singulis huiusmodi interuallis conuenientia signa, siue notas prçfigere; quibus statim cognosceretur, quanta diei, noctisque seu etiam mensis, & anni pars vel superesset; vel acta iam esset. Hoc enim omnino exigunt tum frequentes, eodem vno die, negotiorum vicissitudines; tum statis sibi temporibus succedentes publicæ, & familiares curæ. Hac igitur de causa in horas distribui cœpit diei tempus: diei, inquam, tum artificialis; qui Solis motum ab ortu in occasum comprehendit: tum naturalis; qui est integra solis reuolutio, & totum diei, noctisque simul spatium complectitur. Hinc varij varia excogitarunt instrumenta; quæ Horologia dicta sunt ἀπὸ τοῦ ὥρας λέγειν quasi horas indicando dicant.

Horaria Mechanica.

MEchanici quidem, ingenio, & arte clarissimi, plurima, eaque pulcherrima adinuenerunt; & miro opificio construxerunt: qualia ea sunt, quæ vel guttulis aquæ labentibus; vel minutissimæ fluxu arenæ, horas æquant: maxime vero miranda ea sunt quæ versatilibus tympanis; aut libratis ponderibus, rotulas dentinculatas; eisque implicitum horarium indicem circumagunt; & horas ipsas, percussis ad numerum cymbalis, denutiant: aliaque propemodum infinita; eaque iucundissima. Miratus sum aliquando, id genus, horologium, in quo per planum crystallinum leniter decliue, luderet Sphærula ænea, vel chalybea; quæ filis æneis tenuissimis alternos flexus regentibus, hac illac vaga permeabat; donec paratæ, in imo, sitellæ illapsa; atque ab eadem, persurgente arcano artificio, in sublime statim elata restitueretur ad caput areæ, vnde repetita sæpius chorea horas metiebatur: horum etiam industria ignis, elementum edacissimum, & voracitatis nesciens modum; didicit nihilominus talem

quandam

quandam temperantiæ formam, qua paratam escam, præscriptis sibi temporum spatijs, sobria ad numerum flamma depascens, horas consumptione formitis demonstret. Simili arte constant specula; quæ pro elapsarum horarum numero plures vel pauciores, intuentis vultus representant. Mitto alia ne sim nimius.

Horaria Naturalia.

SEd (quod præterire nefas) parum est, humano instrumenta horoscopa, vel Horologa, condi ingenio: cùm iam, ipsius omnium artium magistræ, ac primariæ rerum opificis, Naturæ manu, atque industria; plurimis locis, varia priùs, concinnata fuerint horaria elegantissima, eademque certissima; exemplaria scilicet artefactorum. Merito quidem laudantur Ctesibij fistulę horarię, miris aquarum expressionibus, ac pręclusionibus attemperatę: sed laudare satis, aut mirari nemo potest, vim Naturę arcanam, qua certissimis effusę aquæ, administrationibus; absque rotis, ac ponderibus, alijsue, id genus, machinationibus hydraulica varijs modis, ac legibus temperantur horaria. Et vt taceam, non solum ingens illud toto conspiciendum orbe, hydraulicum; Oceani fluxu reciproco, diem naturalem quatuor dirimens interuallis; sed etiam Euripi, bis septena, in die, tempora distinguentis ęstus recurrentes, Principis Philosophorum & contemplatione, & nece nominatissimos: extant mirabiles prorsus, multis locis, fontes (referente Plinio *lib.2. nat.hist.c. 106.*) quorum alij, aquarum feruore, frigore, ac tepore, alij dulcedine atque amaritudine; alij redundantia, atque inopia, vicissitudine nunquam fallente, dierum breuitatem, atque crescentias; solis ortum, & occasum; meridiem, ac mediam noctem, &c. demonstrant. Placet verò prę cœteris, vtpotè ad horarum vsum, numerumque receptissimum temperatus (eodem ibidem autore commemorante) in Commensi iuxta Larium lacum fons largus, qui horis singulis, semper intumescit ac residet. Sed illi comparem similibus hydraulicis rationibus, vicena quaterna diei tempora, ęqualiter metientem fontem horarium, patrio nomine Lers, Tectosages habemus non longe ab Vrbe nobilissima Tolosa, hic per ęstatem, horis singulis, ab ima specu vastissima, eademque profundissima, quadrante paulatim succrescit, non sine multo aquarum immugientium fragore; mox quadrante, in vberrimum fluuium exundat; dein alio quadrante subsidit; ac demum quadrante etiam interquiescens aret: eodemque identidem ordine, ac lege, statas sui fluxus remetitur vices; natura veluti moderante occultum epistomium. Pręclarum hunc fontem Salustius Barthasius carmine celebrat elegantissimo, pro argumenti dignitate, ac ita describit hebdom. die 3.

MAIS tout ce que i'ay dit, en merueilles n'approche,
Aux merueilles de Lers, quand il ſort de ſa Roche.
S'il eſt vray, qu'vn Docte homme, à faute de pouuoir
Comprendre la Vertu, qui pouuoit eſmouuoir,
Sept fois le iour Euripe; & ſes bouillantes ondes,
Sept fois r'empriſonner, dans ſes riues profondes:
Pouſsè de deſeſpoir, & de honte eſperdu
Se ietta dans ſon flus; plus cerchè qu'entendu.
Dy-moy, que feroit-il, contemplant la fontaine,
Qui laue de ſes flots des Mazeres la plaine:
Et nee à Beleſtat, non loing des Monts de Foix;
Le Peuple Tholoſain, Riche, pouruoit de bois,
Chaſque coup, que Phœbus parfaiſant ſa Carriere,
Sur les deux Horizons reconduit la lumiere;
Son eau, porte radeaux, durant quatre où cinq Mois;
Vingt & quatre fois naiſt, meurt vingt & quatre fois:
A ſec on peut paſſer demy heure ſa ſource;
Et demy heure apres, on ne peut de ſa courſe
Souſtenir ſa roideur; car ſon flot eſcumeux
Naiſſant, tache eſgaller les fleuues plus fameux.
Flot Docte à bien conter; qui guidè par Nature,
Le temps ſi ſeurement, ſans Horloge, meſure.

Ne vero qui minus gallicè norunt, ſimul etiam neſciant horarium fontem Lerſum, Gabriel Lermeus, Barthaſium ſic Latinè reddidit.

SED nihil ad laudum miracula Lerſe, tuarum;
Cum gelido nouus amne tumens erumpis ab antro.
Si ſophus ille ſenex, dum prendere mente laborat;
Quæ vis Euripum ſepteno impelleret æſtu
Retractum; & toties cohiberet Carcere ripas.
Dum pudor accendit ringentem, & conſcia virtus:
Nec potis ambiguam ſecum diſſoluere cauſam:
Heu cæcas ſe ſe iecit moriturus in vndas.
Quantum turbarum, ſpectato fonte, dediſſet,
Qui Belleſtadii natus, mox Foxia rura
Ingreſſus, Mazeriacos interluit agros;
Atque Tholoſanis ſubmittit ligna caminis.
Per menſes aliquot, dum ſol vtramque reuiſit
Thetida: ſex quater ille vices; oriturque, caditque.
Nunc ſiccis pedibus ſiccæ calcantur arenæ:
Nec mora dimidiæ ſpatium vix fluxerit horæ;

Ecce

Ecce tibi ſubito ruit impete Lerſus abundans,
Spumeus; & curſus magnarum imitatur aquarum.
Fons ſalue diuine; tibi vis copia Cœli:
Vſque adeo iuſtis deſcribis tempora metis.

Horariæ Solaria.

ASTronomi vero, cum Solis diurnum, in Cœlo, curriculum, præfixis quibuſdam horarijs circulis; velut horarum metis diſtinxiſſent: eorundem circulorum ſimilitudines, in Inſtrumentis varijs; varijs etiam Perſpectiuę legibus expreſſas, eo ordine deſcripſerunt; vt luce ſua Sol reddat ipſe rationem itineris ſui; ſignetque adamuſſim, eundem illum, in Inſtrumento, circulum; quem eo temporis momento in Cœlo tenuerit, horarum artifex idem & oſtenſor fideliſſimus. Huiuſmodi Inſtrumenta ſunt Aſtrolabium Ptolemæi, Planisphærium Ioannis Roias; Aſtrolabium Catholicum Gemmę Friſij; & eiuſdem Annulus Aſtronomicus. Sunt & alia quorum meminit Vitruuius *lib.9.cap.9.* vt Beroſi concauum ex quadrato: Ariſtarchi Samij Scaphe, eiuſdemque diſcus: Eudoxi vel Apollonij Arachne, Scopę Syracuſij, Plinthus; Patroclis Pelecinum, ſiue ſecuris; Dionyſiodori Conus; Apollonij Pharetra; & aliorum alia plurima, vt Gonarche, Engonaton, & Antiboreum; quorum, ſi quis maiorem notitiam deſideret, videat Commentatores Vitruuij. Circumferuntur pręterea quadrantes, Cylindri, Annuli, Noctilabia, Bilimbata, & alia huiuſmodi, infinitis, & miris modis, tùm interdiù; luce Solis vel vmbra: tum noctu radio lunari, vel alterius, inſpectione ſideris, horas demonſtrantia.

Horaria Solaria Gnomonica

SEd ea cœteris longe antecellunt, quorum deſcriptio Geometrica fit, obſeruatione motuum vmbrę è ſtylo, ſeu Gnomone decidentis, vel obſeruatione motuum ipſiuſmet radij, per aptati verticem Gnomonis, tum directè, tum reflexè, atque etiam refracte emiſſi; preſertim ſi non horariæ ſolùm lineę, in eis deſignentur; ſed etiam cœtera omnia ad Solis primique mobilis motus perfecte cognoſcendos pertinentia; quę Perſpectiuę arte gnomonica, directo vt dixi radio vel reflexo refractoue deſignari poſſunt: qualia inſtituti noſtri eſt toto iſto opere deſcribere; vt quemadmodum Parmenionis illa horaria, apud Vitruuium; ſic noſtra, etiam, dici queant πρὸς τὰ ἱστορούμενα quaſi Cœli hiſtoria.

Propoſitio II.

Numerus Horarum viginti quatuor; in die naturali, vſu communiſsimo eodemque commodiſsimo à Populis receptus.

HOras antiqui vocauere, ſpatia quędam in die, diſtinctis morarum interuallis, determinata: rationem vero nominis, aliqui aſſignant; quòd eas Horus (qui idem Ægyptijs eſt Sol) motu ſuo faceret: ſed certe, cur non perinde dies, & hebdomades, anni, & ſęcula; horarum nomine cenſeantur; Cum hęc omnia pariter motu ſuo idem ipſe Horus efficiat? Ridicula eſt non minus quam ſordida altera notatio Horarum; quas ita vocitatas, quidam volunt ab vrina (quę Gręcè οὖρος) cuiuſdam animalis, Serapidi olim, ideſt, Soli in Ægypto ſacri; eiuſdemque duodecies in die, ac, toties in nocte, per æquales moras, religioſe mingentis: vnde, & nomen, & numerus horarum viginti quatuor, ipſo auctore Hermete, celebrari cœperint. Non adeo diſplicet Ethymon, ἀπὸ τοῦ ὁρίζειν; quod eſt terminare, ac definire: ſiue etiam à voce ὅρος terminus; eo quod tempori continuo vnius diei, horas pręfigimus; velut terminos quoſdam morarum: atque ita diē, certa quędam in ſpatia, diſtribuimus. Numerus horarum ad placitum eſt, & ſi conſenſiſſent nationes, potuerunt plures inſtitui; potuerunt & pauciores: ſed oportunè, viginti quatuor inſtitutę ſunt ab antiquis; qui duodecim in die, totidem in nocte numerauerunt: ſiue ſimpliciter; quia viſę ſunt, eo numero, nec longiores fore, nec breuiores; quam par ſit; ad facilem, & commodam temporis menſuram: ſiue ob ſimilem numerum menſium in anno ſiue propter duos ſemi circulos Zodiaci; quorum vnus qualibet die alter vero qualibet nocte, ſupra Horizontem aſcendit; cum enim vterque, ſex contineat ſigna; pro obſeruato numero ſignorum exorientium; ſex horę cuilibet diei, & totidem nocti competebant: nihilominus, quia horas eo numero longiores fore viſum eſt; vt breuiores fierent; commode, in duas, ſingulę ſubdiuiſę ſunt; atque ita conſtitit numerus horarum duodenarius, reſpondens ſimili numero medietatum ſignorum Zodiaci; quę ſingulis tum diebus, tum noctibus, ſupra horizontem emergunt. Hunc vero eundem numerum ab antiquis ita inſtitutum omnes deinceps obſeruauere; licet non ęque ordinem horarum ſeruauerint.

Pro-

Propositio III.

Non idem est apud omnes gentes modus horas numerandi.

IN primis non eodem modo; id est non eodem ordine; nec eadem inuariata durationis quantitate; horas suas cunctæ gentes metiuntur: siquidem aliquibus, inæquales horæ, alijs æquales magis placent; (quamuis hæ ipse existimentur non omnino expertes esse inæqualitatis) hoc autem ex eo factum est quod voluerint aliqui diem Artificialem, quasi notissimum, & ipso auctore Deo à nocte diuisum; seorsim à nocte, & noctem similiter seorsim à die; in spatia horarum, numero quidem semper paria; licet quantitate non æqualia distribuere: maluerint verò alij, diem Naturalem, (qui est integer Solis circuitus,) vtpote sibi semper magis constantem, & vniformem obseruare; & in eo horarum spatia semper æqualia distinguere. Neque tamen isti de ordine horarum inter se omnes consentiunt: eo videlicet; quod non idem omnes ponant principium diei naturalis: Babylonij namque rati forsitan potiorem ac meliorem illius partem, ordine quoque priorem esse; atque adeo lucem, tenebras antecedere; quas & antecellit: horam primam, & cæteras deinceps æquales: ab exortu Solis auspicati sunt: eosque, vt audio, Balearium Insularum incolæ, nunc etiam imitantur. Athenienses è contra, & cum eis Itali, ac Bohemi; horas suas æquales, à principio noctis; hoc est à Solis occasu, numerare incipiunt: forte quia ipso mundi initio, creationem Lucis tenebræ præcesserunt: & primi illi dies, qui subsequentium forma quodammodo fuerunt; *vespere & mane* idest, tenebris ac luce; non è contra, constare dicuntur. Ægyptij verò, & Sacerdotes Romani olim; quin etiam hodie Ecclesia Romana; Festiuitatibus; nec non ieiuniorum, atque officiorum solemnitatibus indicendis; à media nocte in sequentem mediam noctem, diem eiusque horas æquales computat. At placuit Astronomis, diei naturalis initium sumere à Meridie: atque adeo horæ æquales viginti quatuor, quæ Astronomicæ vocantur, à meridie in sequentem meridiem ducuntur. Denique horæ vulgares quibus vtuntur Galli, Hispani, Germani, ac tota fere Europa; parum, aut nihil differunt, ab Astronomicis, ac Ægyptiacis, ita vt quæ nobis est prima post meridiem, sit quidem Astronomis etiam prima; Ægyptijs vero decimatertia; & ita deinceps de alijs: è conuerso autem, quæ nobis est prima post mediam noctem, sit Ægyptijs quoque prima Astronomis vero decimatertia; & sic de alijs, consequenter numerandis. Est autem sine dubio longe commodius, præsertim ad certitudinem supputationum; diem naturalem inchoare, à meridiano, quam ab Horizonte, siuè Occiduo cum Italis, siue Ortiuo cum Babylonijs: siquidem numerata à meridiano tempora,

pora, ſunt longe magis æqualia; quam numerata ab Horizonte: conſtat enim ſigna Zodiaci, pro varia Poli eleuatione; propter Horizontis obliquitatem variè & inæqualiter oriri ac occidere; & eatenus, non paruam inducere dierum naturalium inæqualitatem. At vero reſpectu meridiani, vbique terrarum; quemadmodum & reſpectu Horizontis recti, ſub Æquatore; eodem ſemper modo ſe habent, tum Sol, tum cætera aſtra. Quapropter dies naturales, à meridiano inchoati; longe maiorem habent vniformitatem: nec tantam inæqualitatem patiuntur: quamuis forte aliquantulam etiam patiantur vt ſequenti propoſitione videbitur.

Propoſitio. IV.

Aliquantula in horis æqualibus inequalitas eſſe exiſtimatur.

Horis æqualibus, inequalitatis aliquantulæ ſuſpicionem facit; quod cum horæ eo tantum æquales ſint; quia diem naturalem, æqualibus morarum interuallis, diſtinguunt: non alia certe ratione, æqualitas horis (horis dico diuerſorum dierum) competere poteſt; quam diebus, quorum ſunt horæ, conueniat. Non ſunt autem dies naturales, inuicem omnes æquales; vt aſſerunt Aſtronomi: hac potiſsimum ratione: quod dies naturalis ſit tempus, quo Æquator, integre à puncto ad idem punctum reuoluitur; cum tanta inſuper ſui ipſius portione, quanta reſpondet portioni Eclipticæ, quam interim Sol motu ſuo decurrit. Æquatoris vero portiones illæ, quæ quotidie adduntur ipſimet Æquatori integrè circumducto; non ſunt inuicem æquales, & hoc duplici de cauſa: primo quia portiones Eclipticæ, quas quotidie Sol percurrit non ſunt etiam inuicem æquales; nam propter excentricitatem orbis deferentis Solem, Sol ipſe quodammodo irregulariter mouetur in Ecliptica. Secundò, quia portiones Eclipticæ, licet alioquin æquales; inæqualiter, hoc eſt, inæquali tempore aſcendunt, vel occidunt in Sphæra etiam recta; ſed multo magis in Sphæra obliqua; propter ipſam Horizontis obliquitatem: vnde portiones Æquatoris; quæ interim aſcendunt; erunt neceſſario inæquales; ac proinde iunctæ ſigillatim, cum toto Æquatore ſemel circumducto; dies naturales inæquales efficient. Sed hæc inæqualitas eſt omnino inſenſibilis; Cum enim portiones Eclipticæ, quas motu ſuo Sol quotidie percurrit; ſint ſolum quinquaginta nouem minutorum, & octo fere ſecundorum: qualis, obſecro, vel quanta eſſe poteſt inæqualitas, inter tam exiguas portiones Eclipticæ; vel inter earũ aſcenſiones: vt propterea portiones æquatoris, illis reſpõdentes, ſint notabiliter, & sẽſibiliter inæquales? certè vero ſolaria Horologia non ad hoc inſtituta ſunt, vt demonſtrent æqualitatem, vel inæqualitatem temporum, abſolutè & quomodocumque ſumptorũ: ſed ſolum, vt demonſtrent deſiderata interualla temporum eorum; quæ Sol nobis, motu ſuo, diurno, menſtruo, vel

annuo

annuo, aut alio eiuſmodi efficit: neque enim, exempli cauſa, horologium ſolare potuiſſet, lineis ſuis quibuſcunque, oſtendere momenta temporis, interim præterlabentis; dum ad imperium Ioſue, *ſtetit Sol in medio Cœli, & non feſtinauit occumbere ſpatio vnius diei*. Bene quidem oſtendiſſet Solem in medio Cœli verſari; ſtare etiam indicaſſet vmbra ſiue radius pariter ſtans; ideſt locum in horologio non mutans: ſed moram ſtandi minimè demonſtraſſet. Enim vero neque hoc fine, vti iam dixi, horologia ſolaria fiunt, vt nobis indicent, an Solis motus diurnus, alteri diurno æqualis ſit, nec ne; vel vtrum Sol, à dato aliquo termino, ad eundem, vel ad alium etiam datum; aliquando velociùs, aliquando tardiùs moueatur: ſed ad hoc inſtituta ſunt, vt tranſcurſu vmbræ, ſiue radij, à puncto ad punctum in horologio, demonſtrent tranſcurſum Solis, a puncto ad punctum, in Cœlo; prout puncta horologij punctis Cœli geometricè reſpondent. Conſequens autem eſt, vt hoc ipſo quantitatem temporis oſtendant: quia motus Solis, licet vniuerſalia Mathematica tempora eorumque ſtatas, ac ratas periodos, cum cœteris pariter ſideribus, vnà fideliùs commonſtret; tamen & diei ſolus, diuino ſtatuto, præeſt; & vulgarium temporum rationibus, ſolus idem, omnium conſenſu nationum, præfectus eſt Princeps; & quidem merito: cum nulla ita communis, & cuique obuia ſuppetat, ſibi magis conſtans, aut certior temporum noſtrorum menſura. Quod autem pari gradu, cum primo mobili Sol minimè gradiatur: parum, aut nihil intereſt (quantum ad res Humanas attinet) fideliſſimæ Chronometriæ; præſertim cum neque ſatis conſtet, eſſe realem aliquem, in Cœlis motum tali ſemper ac tanta æquabilitate temperatum; vt pari diuturnitate ſui, vel paribus vniuerſalis abſtracti temporis momentis; paria ſemper, ſoliti curriculi, ſpatia dimetiatur; ſaltem noſtri reſpectu, & prout aſpectibus noſtris ſubiicitur. Si enim Phyſicis non paucis adhibenda fides, nullum aliud reuera eſt primum mobile; præter Cœlum ſtellatum (nam quo vero indicio ſuperius illo Cœlum quoddam mobile, nullis præditum, & conſpicuum ſideribus aſtruere cogimur?) eſt autem ſua quoque Cœlo ſtellato, motus inæqualitas; propter librationem illam duplicem; qua ſtellæ non ſolùm ab ortu in occaſum feruntur; ſed & mutant etiam, ſicut Sol puncta ortus & occaſus; & modò in Auſtrum, modò in Septentrionem quodammodo fluitant ſecluſo etiam trepidationis motu. Certè nullo hactenus ſufficienti argumento demonſtratum eſt; eſſe talem aliquem, in Cœlis, motum æquabilem (vt dixi, reſpectu noſtri, & vt aſpectui noſtro ſubeſt, ſeu prout apparet) niſi per aſſignationem Mathematicam, & Aſtronomicam æſtimationem. Sed detur eſſe reipſa & verè, ac non ſolùm æſtimatiuè: detur, inquam, præoccupatæ iam, & præſcriptæ ſententiæ; detur, indefeſſi eiuſdemque infallibilis Motoris, aſſiduæ ſollicitudini; detur denique fini, ad quem perfectiſſima machina, à ſummo rerum Opifice, tam egregiè inſtructa eſt. Attamen ſuper eſt, quod quærat Phyſicus; quo videlicet certo indicio deprehenſum ſit; inter tot, & tam varios

rios cœleſtium Sphærarum motus, ſolum, præ cæteris, motum primi mobilis; (quo reliquos inferiores orbes abripi dicunt) eſſe ita ſibi ſemper Mathematicè ſimilem & æqualem ; vt illo, tanquam certiſſima explorata norma omnium durationum, debeat, ipſius etiam Solis, diurnus motus menſurari? hoc equidem ex eo principio ſupponi videtur; quod motus primi mobilis; in quo eſt Æquator; ſit cauſa motus diurni, ab ortu in occaſum, orbium inferiorum; & conſequenter etiam orbis ſolaris: inæqualitatem autem motus, ſecundum velocitatem maiorem, vel minorem decet non in mouente, ſed in moto potiùs eſſe; quaſi ſolaris orbis, propter ſuum contrarium motum, inæqualiter ſequatur, impetum primi Mobilis æqualiter, quantum eſt de ſe, impellentis; Sed quid, ſi ex alio capite, contenderit alter? motum Solis à puncto ad idem punctum, ex proprio motu, & ex motu raptus temperatum; eſſe ſemper ſibi ſimilem; &, ſiue ſecundum durationem, ſiue ſecundum velocitatem, vel tarditatem, conſtanter ſibimet æqualem: ideoque motum primi Mobilis, non ſemper ſibi eſſe æqualem; ſed aliquatenus inæqualem, vt inæqualitate ipſa ſua, ſecundum certam proportionem attemperata, producat, in motu Solis, æqualitatem illam, ad quam producendam inſtitutus eſt (potius enim eſt, dicere primum Mobile propter Solem; quam hunc, propter illud, inſtitutum fuiſſe;) ſicut in ipſis artefactis vulgaribus horologijs, obſeruare licet; in quibus arcana prima vis motrix, proprio ſuo admodum inæquali motu, annexum verſatilem horarum indicem, prorſus æqualiter mouet: ſiquidem tenuis illa, & oblonga, lenti chalybei organi lamella, multiplicem in gyrum conuoluta; quæ dum validè intenta eſt validiùs perurget; & ſubinde paulatim dum laxatur, langueſcit; produceret in indice motum pariter principiò velocem, poſtremò tardiorem; ni intentæ, breuiora ſpatia; remiſſæ, longiora ad menſuram, concederet neruus, turbinati tympani cochlidio implicitus; qui certa ratione eius vectis, per ſingula momenta, è breuiori, ſenſim ſine ſenſu, excreſcentis in longiorem, ſingulis momentis, parem è diſparibus inæqualis motus portionibus, vim motricem colligens, motum indicis, horaſque ipſas æquat. Quidni ergo (dicat Phyſicus) primum Mobile, ſimiliter poſſit motum ſuum & adniſum; cum inæquali, ſolaris orbis, inæqualiter ex proprio motu contranitentis reſiſtentia; tali quodam modo contemperare: vt ipſum quidem propterea inæqualiter moueatur, moueat autem æqualiter. Præterea cùm motus Solis vnicus ſit, & ſimplex; meritòque reijciant Phyſici motum illum compoſitum, vnius corporis, quo ſimul, & ſemel ab vno termino ad duos diuerſos, per duas diuerſas lineas tendat; vtpote impoſſibilem: quid vetat dicere, Solis motum, eſſe totaliter, vel ab intelligentia ſpecialiter deputata, vel à propria forma; à primo autem Mobili, prorſus non dependere: præſertim ſi Cœli fluidi, non ſolidi ſint? Hoc autem poſito, etſi demonſtretur, motum Solis, non eſſe ſimilem, & æqualem motui primi Mobilis; At certè non demonſtrabitur, illum prout in Ecliptica, per lineam ſpiralem, circa mundi axem agitur,

non

non esse sibimet similem & æqualem; cùm hoc demonstrari non possit, nisi per comparationem eius, cum motu primi Mobilis; de quo iam, ex hypothesi ambigitur; an sit sibimet semper æqualis. Certè pari, si non omnino potiori iure; astrui posset inæqualitas de motu primi Mobilis, per comparationem ad motum Solis; ac de motu Solis per comparationem ad motum primi Mobilis: cum determinatè, cui imputanda sit, nullo experimento, aut instrumento explorari possit: neque hac de re, condi posse videatur, seclusa experientia, demonstratio. Adhuc tamen, concessa etiã veri motus Solis per lineam spiralem omnimoda æqualitate; aliqua inerit diebus naturalibus, inæqualitas; ex ipsa motus apparentis inæqualitate: dum enim Sol spiralem eam lineam, circa Æquatoris axem; à Tropico ad Tropicum oppositum deducens; iterumque remetiens, Æquatorem, eiusque parallelos, obliquà motus linea transcurrit; maiorem singulis diebus declinationem circa Æquinoctia acquirit, quàm circa Solstitia: eo quòd, prædictæ lineæ spiralis, magis obliqui sint, adeoque rariores, prope Æquatorem flexus; prope Tropicos verò crebriores, & densiores vt pote minùs obliqui: vnde fit, vt in Horizonte, puncta Occasus, (idem de punctis ortiuis) nec non in meridiano, puncta meridiei, & mediæ noctis, singulorum sibi succedentium dierum prope Æquinoctia; distent à se inuicem magis, quàm puncta, siue Occasus, siue meridiei dierum, qui sunt prope Solstitia: consequens autem est; vt diurnus quilibet spiralis flexus, ab vno puncto siue Horizontis siue Meridiani, ad aliud eiusdem non nihil ab eo remotius deductus, longior sit; quàm alius, ductus inter puncta duo eorundem circulorum, non adeo ab inuicem remota. Quapropter circa Æquinoctia, naturales dies necesse est, esse longiores, quàm circa Solstitia; hæc verò dierum naturalium, quantulacumque inæqualitas; horas eorundem æquales pariter afficit. Et quia spiralis illa motus lineà, ad Horizontem obliquum, longè magis obliqua est quàm ad Meridianum; ideo punctorum occasus, in Horizonte obliquo, distantia ab inuicem, longè magis inæqualis est; quàm in Meridiano; erunt igitur, propter factam modò rationem; dies naturales ab Horizonte obliquo, siue occiduo, siue ortiuo, inchoati, minùs æquales; quàm inchoati à Meridiano: cum Meridianus, quoad hoc, Horizonti recto æquiualeat; vtpote per vtrumque mundi polum, æquè ac Horizon rectus, transiens. Sed quæcunque tandem, seu a vero, seu ab apparente Solis motu, deriuetur in ipsos naturales dies, inæqualitatis labes; hæc certè longè abest à nostris Solaribus horarijs; quorum non est dierum quantitatem; sed eorum singulorum (seu æquales illi, seu inæquales fuerint) partes æquales ostendere; & sic horas æquare; in quo quidem genere, Mathematicam, quantum est de se, fidem non prætereunt: licet ex ipsa, diuersorum dierum, inæqualitate, aliqua etiam in eorundem, vt inuicem collatorum, partes æquales, inæqualitas irrepat: neque verò magis obest eorum fidei; vel nostra quidquam interest; si forte, ex quacumque prædictorum motuum inæqualitate, aliqua

fuerit, in eodem vno die, horarum inæqualitas; quippe cùm hæc si vera est; sit pœnitus insensibilis.

Est nihilhominus aliud, veræ quidem, sed insensibilis; etiam in apparente diurno Solis motu, atque adeo in horis æqualibus, inæqualitatis caput; videlicet inæqualis in aere, lucis, vel vmbræ refractio: attamen non modo æqualium horarum æqualitati; sed & legitimis, inæqualium terminis, certò Mathematicè dignoscendis; vt & omnium similium Astronomicarum obseruationum fidei, obest, dictæ refractionis inæqualitas: ideoque commune est malum; & ita commune; vt (quod quidem ad horas quaslibet metiendas attinet;) sit etiam admodum leue, & sensum omnino fugiens, adeoque horographis valde tolerabile. Dicam solummodo liberum esse (si quis operam diligentiorem, & subtiliorem nauare voluerit) easdem, in horologijs directi radij, itemque reflexi, leges (quoad refractiones in aere,) cum debita proportione obseruare; quas in dioptricis radij in aqua refracti, horologijs seruandas esse dicam *lib.*4. vbi eas tradam: imo easdem horologijs, vt dixi, directi, & reflexi radij (quoad dictam lucis in aere refractionem) *secundo & tertio libro* libenter accommodarem; vel *libro* 4. vbi de refractis ex professo acturus sum, supplere studerem. Sed labor ingens, tot lineis, inæquali ductu, practicè designandis, quemlibet peritum horographum deterrere potest; maximè cùm, is ipse labor, & molestiæ plurimum, & vtilitatis parum, aut nihil habiturus esset; hac ipsa de causa; quod pro diuersis aeris affectionibus, & impressionibus; variæ sint; atque adeo nunquam sibi constent huiusmodi refractiones: quapropter minutias illas; in obseruatione gnomonica, horarum & aliorum eiusmodi, cum communi hominum sensu, contemnendas esse duxi.

Propositio V.

Horarum Inæqualium aliquæ sunt quodammodo æquales, aliquæ nullatenus, nisi bis in anno.

QVi duodecim, in die artificiali, & totidem in nocte horas olim distinxere; varij inter sese fuerunt: aliqui enim simpliciter, quemlibet diem artificialem in horas duodecim; & noctem in totidem, distributis æqualiter vtriusque seorsim spatijs, diuiserunt; eas tamen horas, inæquales esse necesse est; prout diebus dies, & noctes noctibus, illique istis inæquales labuntur: atque id genus horas, in primis Hebræi, (vt sacra testatur pagina) & tota fermè Antiquitas, ipsique etiam Romani; vt aliquibus placet, vsurparunt; vnde & vocatæ sunt, horæ Antiquæ. Alij verò in die artificiali, pariterque in nocte horas inæquales distinxerunt secundum dominia Planetarum; quas ideo Planetarias vocauerunt, itemque Naturales & Temporales: cum enim existiment Astrologi, certis quibusdam diei interuallis, singulos, ordine suo, præesse Planetas; horas Planetarias,

tarias, vocauere ea interualla temporis; quibus vniuſcuiuſque Planetæ abſoluitur dominium. At quia non probè conſtat, quali & quanto temporis ſpatio; quilibet Planeta, vices imperij ſui obeat, an ſcilicet duodecima æquali parte diei cuiuſlibet artificialis; an verò eo ſpatio temporis; in quo medietas Signi peroritur, hinc factum eſt; vt horas Planetarias, ab horis Antiquis, plerique non diſtinguant; alij autem diſtingui velint. Ego vero in re dubia, quid potiùs aſſeram; non ſatis comperi; niſi quod æquè incertum eſſe videatur ipſum, Planetarum dominium, ſic interpolatum; ac incerta ſunt momenta dominij: certè verò circa hoc, multa dicenda ſuppeterent; ſed loquendum cum multis; ſapiendum cum paucis: ideoque abſtrahendo ab iſtiuſmodi dominio; dicendum aliquid eſt de duplici genere horarum Inæqualium: diſtributio enim horarum ad placitum eſt: & ſiue in re, verbi gratia, in dominio Planetarum fundamentum habeat, ſiue non; perinde fieri poteſt ex conſenſu populorum, hoc vel illo modo tempora ſua liberè metientium: quidni enim?

Quædam igitur ſunt horæ: quæ diem artificialem, quemlibet diuidunt, in partes duodecim inuicem æquales: ſimiliter & noctem quamlibet, in totidem inuicem etiam æquales. Nihilominus iſtiuſmodi horæ vocantur communiter Inæquales vt iam dictum eſt: non quod horæ vnius diei; vel vnius noctis; ſint inter ſe inæquales: (iam enim dixi eſſe æquales) ſed quod, horis vnius diei, non ſint æquales horæ alterius diei, vtpotè longioris aut breuioris: (idem de horis noctis, reſpectu horarum alterius noctis) vel etiam quia horis diei, non ſunt æquales horæ noctis ſequentis; vtpote quia nox, non eſt æqualis diei: totius enim maioris, pars determinata, maior neceſſario eſt; minoris verò minor. At in Sphæra obliqua dies noctibus ſemper æquales eſſe nequeunt; neque diebus dies; neque noctes noctibus: ſolùm enim, in Æquinoctijs, æquantur noctibus dies: & quilibet vnus dies, ac nox; vel quilibet duo dies; aut quælibet duæ noctes, ab eodem Solſtitio, hinc inde æqualiter diſtantes; inuicem quidē æquales, cæteris verò tum diebus, tum noctibus inæquales ſunt; ac proinde horas ipſorum inæquales eſſe oportet.

Aliæ autem quædam horæ ſunt; quæ diem artificialem, per interualla duodecim, & noctem etiam per totidem diuidunt: ita tamen, vt interualla huiuſmodi, neque cum alijs, neque ad inuicem æqualia ſint: quippe quia quantitas, cuiuſlibet talis interualli, eſt ſpatium temporis, quo medietas vnius ſigni, hoc eſt quindecim gradus Zodiaci; ſupra Horizontem aſcendunt: at verò, cùm Zodiaci partes æquales, inæquali ſpatio temporis aſcendant: medietates quoque ſignorum habebunt aſcenſiones inæquales; ideſt aſcenſionum tempora inæqualia: propterea que horæ, ſecundum moras huiuſmodi aſcenſionum numeratæ, inuicem inæquales erunt.

Cæterum, licet ratio & conſuetudo horas inæquales faciendi, ſiue primo, ſiue ſecundo modo inæqualitatis; inde inualuiſſe videatur, (vt ipſo initio inſinuatum eſt) quod veteres illi, cùm in ratione temporum deſi-

gnanda, ſignorum ortus præcipua ſemper cura obſeruauerint; maluerunt à motu aſcendentis Zodiaci; quam à motu Æquatoris, horas dimetiri: atque ita pro vnaquaque ſigni medietate, hoc eſt pro ſingulis quindenis gradibus Zodiaci, ſupra Horizontem emergentibus, horam vnam computauerunt. Nihilominus quia horæ Inæquales ſecundi generis non poterant conuenienter, & commodè aſſumi, pro communi menſura temporis; imo nec pro menſura vnius diei vel vnius noctis (menſura enim, niſi ſit eadem, & vniformis, deficit à vera ratione menſuræ) deinde etiam quia non facilè poterant, in horlogio Solari deſignari lineæ, quæ motum illum Zodiaci, adeo inæqualem, perfectè demonſtrarent; (cùm id fieri nequeat lineis rectis, vel vno aliquo æquali ductu deſcriptis:) imo quia in horologijs quoque mechanicis, longè difficillimum eſt, (ni fortè etiam impoſſibile,) conuerſiones rotarum; arenæ, vel aquæ fluxum; ponderum recurrentium viciſſitudines, & ſimilia, attemperare prædicto motui aſcendentis Zodiaci; qui ſingulis diebus, horis & momentis, adeo inæqualis & varius eſt; vt in anno totis menſibus sex, ne per vnum quidem horæ minutum, ſibi ſimilis ſit. Propter hanc, inquam, vtramque rationem (vt exiſtimare licet) veteres illi, de hac inæqualitate obſeruanda, minùs ſolliciti; eam ſolam obſeruauerunt; quæ quotidianam totalem, ſex ſignorum aſcenſionem conſequitur; ita vt totalis vnius, tum diurnæ, tum nocturnæ aſcenſionis tempore, in duodecim æqualia morarum interualla diſtributo; pro Planetarijs horis Antiquas commutauerint. Vnde nec curarunt quidem, horographi, horas Planetarias, prout ab Antiquis horis diſtinctas; horologijs ſuis inſerere; nec vllus, quod ſciam, hactenus Geometricè docuit earum delinationem gnomonicam. Ego tamen ne quid Horographiæ iſti deeſſe videatur; præſertim pertinens ad perfectam notitiam, motus diurni primi Mobilis; tradam methodum ſatis facilem, certè verò exactiſſimam; qua deſcribi valeant lineæ quædam demonſtrantes aſcenſionem diurnam Zodiaci; per quindenos eius gradus; hoc eſt per duodecim horas quas Planetarias vocant, diſtinctam.

Propoſitio. V I.

Multiplex horariorum ſolarium differentia, ab horarum diuerſitate: vel à varijs ſphæræ circulis; quibus æquidiſtant: vel à Gnomone, vmbram, aut radium varijs modis emittente, deſumitur.

HOrologium, vt ante aduertimus, nomen ab horis indicandis accepit; tot igitur erunt in primis Horologiorum differentiæ; quot & horarum: ſunt autem, vt iam vidimus duo prima horarum genera; ſcilicet horarum Æqualium: & horarum Inæqualium: vnde alia ſunt horologia; quæ horas Æquales indicant; alia quæ inæquales: & primi quidem generis

neris ſunt; primò Aſtronomicum, ſecundò Ægyptiacum, tertiò Babylonicum, quartò Italicum. Secundi autem generis ſunt; primò Antiquum, ſecundò Planetarium; (quamuis forte hoc, illo antiquius) quorum ſingulorum propriæ rationes, è varijs horarum differentijs deſumuntur. Atque hæ ſunt primæ, & generaliſſimæ differentiæ; ſecundum quas, non ſolum Solaria, ſed & Mechanica etiam Horologia, conſtrui poſſunt, arte quauis horolofactoria. Sunt verò aliæ quædam magis particulares ſolarium horologiorum differentiæ; quales ſunt illæ: quæ petuntur à differentijs circulorum Spheræ, quibus horologia quælibet Solaria æquidiſtare cenſentur; quæ & in hunc modum declarari poſſunt.

Superficies quælibet planæ, in quibus horologia ſolaria poſſunt delineari; neceſſario parallelæ ſunt alicui circulo, in Sphæra, maximo; vt Horizonti, Æquatori, Verticali, Meridiano, vel alteri, quicumque is fuerit. Cum autem hi circuli, ſuum ſinguli, in Sphæra, ſitum proprium obtineant: conſequens eſt; vt & ipſæ ſuperficies horologiorum; prout his, vel illis circulis parallelæ fuerint; varios quoque ſortiantur ſitus; tum in ordine ad totam Sphæram, tum præſertim reſpectu circulorum horariorum; qui pro quolibet Horizonte, ſiue pro quolibet loco; fixi ſemper, atque inuariabiles intelliguntur; at ex vario ſitu dictarum ſuperficierum, varius etiam in eas circulorum horariorum incurſus; ac proinde ſectionum communium (hoc eſt linearum horariarum) ordo & modus varius: atque ex eo capite communis traditur horologiorum diuiſio, ſecundùm quam eſt.

1. Horizontale, quod circulo Horizonti.
2. Verticale, quod Circulo verticali primario.
3. Meridianum, quod circulo Meridiano.
4. Polare, quod circulo Polari.
5. Æquinoctiale, quod circulo Æquatoris.

} parallelum eſt.

Attamen, præter hæc, primarijs iſtis quinque circulis æquidiſtantia horologia, alia primò ſunt quæ declinant à primario verticali, & hæc vocantur declinantia: ſecundò Alia ſunt ad Horizontem prona; hoc eſt non erecta ad perpendiculum; vocanturque Inclinata. Tertiò Alia ſunt mixta quæ videlicet declinant & ſimul Inclinantur; vnde & vocantur Declinantia ſimulque Inclinata. Horum autem trium proprias differentias ſtatim intelliges ex dicendis *ſequenti propoſit.* de Declinatione & Inclinatione: non enim quoad hoc, omnino conuenimus cum cæteris horographis, ſaltem in modo explicandi.

Præterea omnia horologia iam dicta (præter Horizontale) duas habent (vel habere poſſunt) facies; quæ ſubinde, diuerſis anni temporibus, vel diuerſis eiuſdem diei horis, à Sole reſpiciuntur: verbi gratia, Æquinoctiale habet faciem Superiorem; qua obliquè reſpicit Zenith; & hæc, Sole exiſtente in ſignis Septentrionalibus; horas oſtendit: habet & inferiorem; qua Horizontem ſimiliter obliquè reſpicit; & iſta, Sole exiſtente, in ſignis Meridionalibus, horas demonſtrat. Polare ſimiliter inferiorem habet quæ

horis quibusdam tantum deseruit: videlicet, ante sextam à media nocte, & post sextam pomeridianam: idque tantum Sole existente in signis septentrionalibus: superiorem quoque habet; quæ per totum annum deseruit; exceptis illis quibusdam horis, quibus inferiorem deseruire dictum est. Verticale rectum, habet Borealem faciem, & Australem: Borealis, tantum deseruit quibusdam horis matutinis, itemque serotinis, Vere & Æstate; Australis vero, reliquis omnibus toto anno. Meridianum habet vnam faciem versus Orientem; quæ ab ortu Solis, vsque ad Meridiem, aut circiter, indicat; Occidentalem etiam habet; quæ paulò post Meridiem, vsque ad Solis occubitum, vmbram styli recipit. Idem seruata proportione dicendum est de Declinantibus, & Inclinatis, & Mixtis.

Est tamen aduertendum de Declinantibus; itemque de Mixtis, prout Declinantia sunt: quod quamuis horologia, secundum vtramque faciem, circulo denominanti parallelam, retineant eandem denominationem ab eo circulo pariter petitam; exempli gratia, quamuis Æquinoctiale, æquè vocetur & sit Æquinoctiale secundum faciem inferiorem, ac secundum superiorem; similiterque Meridianum, tam sit Meridianum secundum Occidentalem, quàm secundum Orientalem faciem, & sic de alijs: Nihilominus in Declinantibus, res aliter se habet: hæc enim accipiunt suam denominationem talis, vel talis declinationis, ab ijs partibus Sphæræ, seu mundi; à quibus declinant, & ad quas declinant: Vnde licet planum aliquod, duas habens superficies, horologij capaces, inuicem parallelas, sit secundum vtramque, eidem alicui circulo verticali declinanti vel pariter parallelum, vel pariter orthogonum, licetque eosdem, secundum vtramque, angulos efficiat cum linea meridiana: non tamen ideo ambæ illæ superficies, dici debent habere eandem; id est eiusdem denominationis declinationem: sed vero quælibet earum, dicetur declinare tali declinatione, quali declinat ea medietas circuli verticalis, quæ supra ipsam orthogonalis est, & cum stylo prominente coincidit. Verbi gratia, si vna facies dicitur declinare, à Meridie in Orientem, viginti gradibus, altera ipsi parallela, & opposita, dicetur declinare à Septentrione in Occasum, viginti etiam gradibus, quod magis patebit ex dicendis de declinatione *prop.* 8.

Dixi paulo ante præter Horizontale, quod intelligendum est in vulgari & communi horographia; quandoquidem in nostra reflexa, reperitur Horizontale etiam duplex, vnum quidem superius directè respiciens Zenith; aliud vero inferius, & directè respiciens Nadir.

Hæc omnia iam dicta horologia, vocant communiter horographi Sciatherica, nomine deducto, à græco σκιὰ vmbra & θηρᾶν venari, indagare, inquirere, quasi horas vmbræ indicio venentur, seu potius indagantibus, & inquirentibus demonstrent: siquidem communissimo vsu, hactenus factum est, vt horologia, soli quidem exponantur, emineat verò in eis stylus quidam, siue gnomon, qui opaco à vertice vmbrã proijciat; ipsa autem vmbra ad motum solis per varias horologij lineas subinde delata horas indicet.

Sed

Sed quo tandem nomine censebuntur, eius generis horologia; quæ in occluso cubiculo, aut alio simili parato loco, delineata; tenui foramine excipiunt insinuantem sese radium Solis, qui horas; ipse per se, quas efficit demonstrat? hæc certè non sciatherica sunt, vt est euidens, sed potius Actitherica: licet autem à veteribus, nomen minime acceperint; longe tamen elegantissima sunt; & pro loci opportunitate commodissima.

Sunt etiam præter hæc, alia Horologia Solaria, quibus in prædicta communi diuisione, pars nulla esse potest; ea videlicet, quæ in superficiebus nō planis, sed vel concauis, vel conuexis; tùm Cylindricis, tum Conicis, tum Sphæricis, alijsque similibus; siue regularibus siue irregularibus delineātur: cū enim huiusmodi horologia, nequaquam plana sint; prædictis illis Sphæræ circulis paralella esse nequeunt; nec cōsequenter eo titulo nomē ab illis accipere: quare superest, vt huiusmodi horologijs nomina coaptētur secundū propriam cuiusque figuram; ita vt Conicum vocetur horologium, quod in superficie conica delineatum fuerit; Sphæricum quod in Sphærica, Cylindricum quod in Cylindrica. Concauum quod in Concaua; &c. Quod si quando contigat superficiem aliquam ita esse comparatam, siue à casu, siue ex arte, ad horologium depingendum; vt ea sit partim plana, partim concaua, partim conuexa, partim Sphærica, partim Cylindrica, partim conica, partim regularis, partim irregularis: tunc quidem horologio nomen faciat quilibet, vt maluerit; vel ab ipsa tam multiplici varietate facierum; vel à totius molis, siue operis symmetria, in quam tot & tam variæ formæ coiuerint; vt nauigij, propugnaculi, carchesij, columnæ, floris &c.

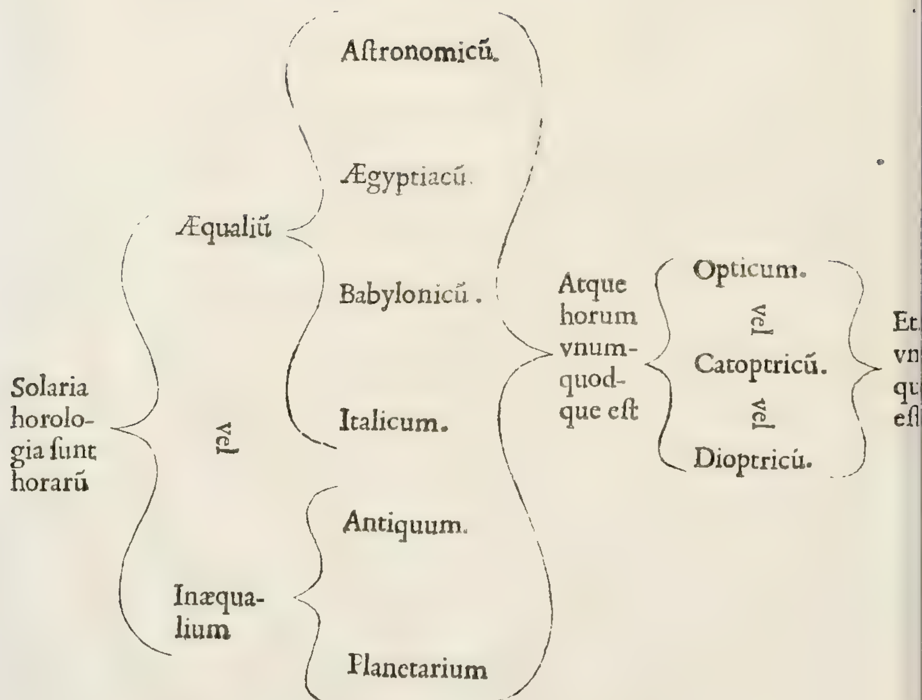
Nunc tandem venio ad eximia illa, noui operis horologia, quæ nostra hæc ætas ingeniosior, & Horographiam edocta nobiliorem; adinuenit: paucisque aperio, quid illa sibi proprium, & peculiare habeant; quo à communibus horologijs distinguantur: quod vt expeditiùs, & clariùs perficiam: propono nouam generalem horologiorum diuisionem, quam ex ijsdem principijs eruo, ex quibus, mox deducturus sum vniuersæ, id est veteris, ac nouæ horographiæ theoriam facillimam: nimirum ex principijs Perspectiuæ. Ipsam autem diuisionem facio trimembrem; propter celeberrimas tres Perspectiuæ partes, videlicet Opticem. Catoptricen, Dioptricen; quarum nunc ope tria nobis horologiorum genera, iuxta tres Perspectiuæ nominatissimos radios commendantur. Cum enim veteres, solummodo radium directum Solis; vel eius vmbram similiter directè incidentem, indicandis horis adhibuerint: nos modo Reflexum ac Refractum etiam adhibemus; vnde & pro triplici diuerso Indicis genere, triplex vniuersaliter horologiorum genus distinguo, ponoque primò, horologia, quæ directum habent indicem; siue radius ille sit, siue vmbra: & si, quidem, vmbra index fuerit; Sciatherica horologia vulgò vocantur: si vero radius; iam supra vocaui Actitherica: sed nunc vno vocabulo vtraque comprehendamus, & communi si placet nomine vocemus Optica, propter

Opticen; cuius est illapsus lucis, & profusiones directas; proindeque vmbras similiter directas obseruare, ac determinare. secundo verò loco pono ea horologia; quæ pro horarum indice, habent radium reflexum (siue etiam vmbram pari modo reflexam), quæ ideo conuenienti nomine vocare licet Catoptrica; Catoptrices enim industria, & præclara speculorũ arte, reflexus radius, paruulum nobis veluti Solem creat, intra camerarum cæcas testudines, aliaq; id genus, soli ignota loca; in quibus designatum signiferũ orbem, reuocatis ad numerum diebus, iunior Titan perlustrat; & cælestium motuum exprimit compendiariam fidelissimam rationem; non sine summa spectantium voluptate. Tertio loco sunt horologia, quæ radio refracto (seu vmbra refracta) horas commonstrant vocanturque Dioptrica, ab ea parte Perspectiuæ; quæ luminum occursus, ac per inæqualia diaphana traiectus; nec non incuruationes, seu refractiones; refractionumque modos, & quantitates docet.

Accipe nunc omnium; quæ hactenus dicta sunt, schema; quo tibi ob oculos breuiter, ac dilucide ponantur cuncta, ordinibus suis, digesta horologiorum genera.

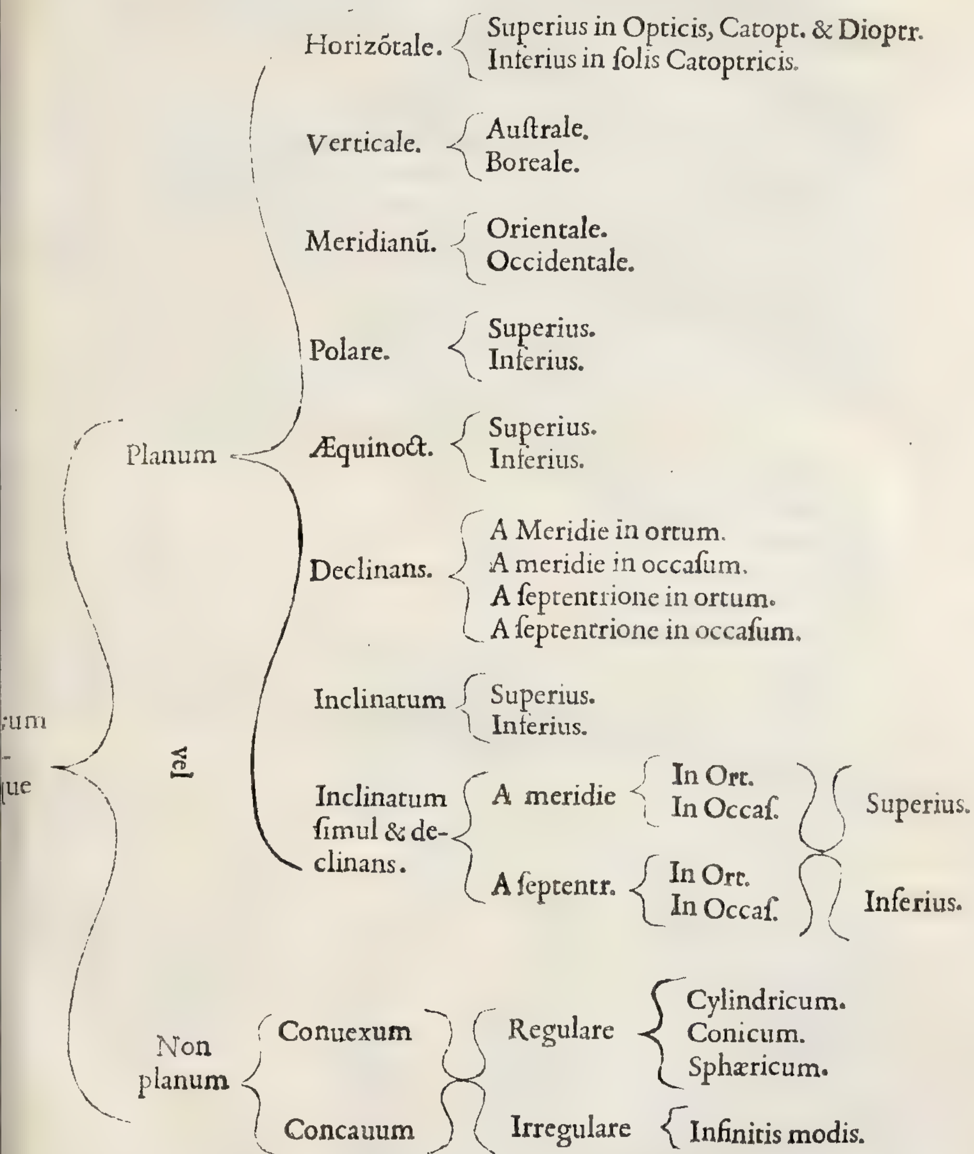
SOLARIA GNOMONICA HO

SVIS SECVNDVM PROPRIAS DI



OLOGIA OMNIVM GENERVM

ERENTIAS DIGESTA ORDINIBVS.

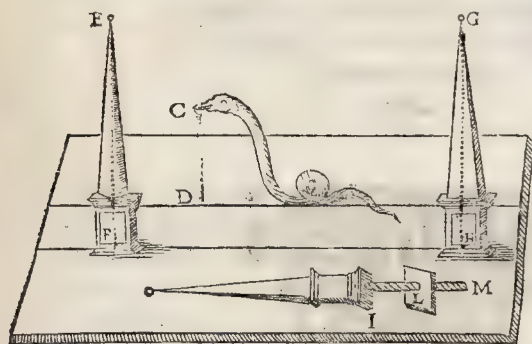


Prop. VII.

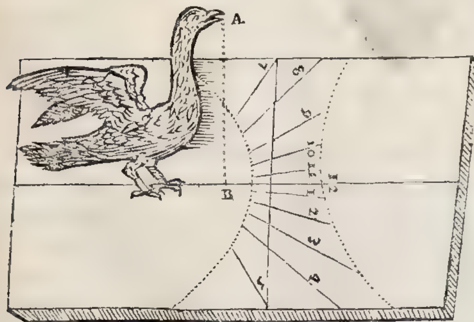
Propositio VII.

Gnomon in horologio est id omne, ex cuius vertice, vmbra vel radius lucis, horarum Index, in superficiem horologij cadit, seu directè, seu reflexè, aut refractè.

NOn solùm vmbra, vt communius fit, sed etiam (vt *propos. 6.* vbi de multiplici horariorum solarium diuisione dictum est) ipsa quoque lux horas indicare potest: imo vtraque, non solum directa huic rei deseruire; sed & reflexa è speculo; atque etiam refracta in aqua, aut simili inæquali, cum aere, diaphano. Hinc verò liquet, esse Gnomones in triplici differentia; siue vmbræ, siue luci emittendæ, vel transmittendæ, idonei illi sint: alius enim est, è quo rectà cadit linea lucis, vel vmbræ, qui communi nomine sine addito, & simpliciter vocatur Gnomon: alius è quo lux, vel vmbra reflexè emittitur: & hic, Gnomon Catoptricus nominatur: ex alio denique lux vel vmbra refractè proiecta horologij superficiem ferit: ideoque Dioptricus dicitur.



Porrò Gnomonem, pro suo quilibet ingenio, vel arbitratu, varijs modis, & secundùm varias formas conficere potest; siue in modum Styli communis, acutam in cuspidem desinentis; siue in modum Metæ è quadrata vel rotunda basi assurgentis, & sūmo fastigio Sphærulam sustinentis; aliàs in modum Colubri aut Sagittæ; itemque forma Aquilæ, vel alterius volucris Solem intuentis; ipso autem rostro vel capite vmbram facientis; posset & figura Mercurij indices vel Caduceo demonstrantis; siue etiam Saturni tempora mensurantis, & summa falci cuspide indicantis.



Præterea in horarijs Dioptricis, poterit sub aquis, Neptunus Tridente; vel Concha Triton; vel Rostro, Caudaue Delphinus horas indicare. Denique infinitis

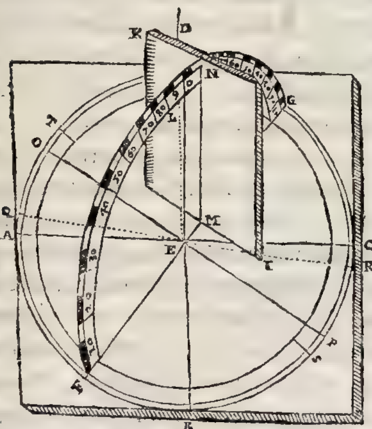
tis alijs modis conſtrui poteſt Gnomon præſertim opacus; prout diſpoſitio, magnitudo, & dignitas horarij poſtulauerit. Gnomon verò non opacus, pro Actithericis horarijs, tum Opticis, tum Dioptricis; erit in opaca quadam lignea æneaue aut ſimili alterius generis lamina, peruium luci foraminulum; ex quo radius in ſuperficiem horologij directè, ſiue refractè cadens horas demonſtret. Pro Catoptrico demum Gnomone, ſpeculum aſſumi debet; quod inuariatam, exceptæ lucis formam, fideliſſimè reddat: tale verò eſt ſpeculum planum: nam cætera vel radium diſſipant vt conuexa; vel congregant quidem, ſed mox à puncto Foci, eundem diſpergunt, vt concaua: quamuis fortè poſſent ea ipſa, in opere gnomonico, non prorſus videri inutilia; vt de ſpeculo cylindrico conuexo in Iride Catoptrico-gnomonica oſtendetur *libro 3. à prop. 8. ac deinceps ſpeciali tractatu.*

Hæc quidem, in vniuerſum, de Gnomone dicta ſint: alia verò, magis in particulari, dicenda relinquo proprijs locis. Solùm moneo, quod præcipuè notandum eſt, Gnomonem, ſtrictè loquendo, eſſe lineam rectam, quæ à puncto, faciente vmbram vel radium tranſmittente, aut reflectente, vel refringente, ad ſuperficiem horologij, perpendicularis ducitur; vt in Schematis demonſtratur, in quibus lineolæ E F, CD, G H, AB. ſunt loco propriè dicti ſtyli ſeu Gnomonis: vtpotè ad horologiorum plana perpendiculariter ductæ à punctis vmbram emittentibus.



Propositio VIII.

Declinatio plani, horologij, est eiusdem obliquus in Austrum, vel in Boream prospectus: cuius angulum, semper acutum metitur arcus horizontis, comprehensus inter circulum Meridianum, & Verticalem qui ad horologij planum rectus est.



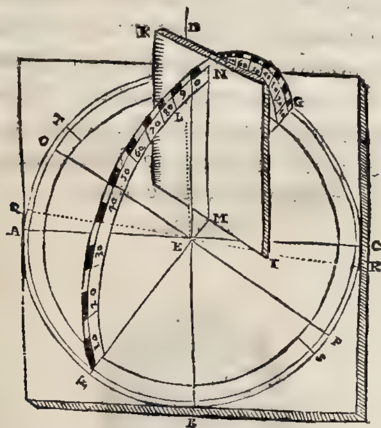
Sit circulus horizontis A B C D, duabus rectis, videlicet Meridiana BD, & altera eidem Orthogonali, per puncta Ortus & Occasus Æquinoctiorum ducta A C; in quatuor æquales partes diuisus: deinde sit verticalis circulus (seu communis illius cum horizonte sectio) O E P, cui parallelum sit horologij planum I K; vtrumque verò id est tam Verticalem prædictum; quàm ipsum planum horologij, secet ad angulos rectos alius Verticalis F N G. faciens cum illo sectionem E L, quæ erit propterea axis Horizontis; cum isto autem Sectionem M N, prædicto axi parallelam. Clarum est superficiem plani I K, anticam, directè obuersam in F; obliquè respicere Austrum, siue Meridiem, id est B; atque adeo, à Meridiano, E B, deflectere, & eatenus declinare. Angulus autem declinationis est angulus F E B; acutus, eumque horizontis arcus B F metitur. Neque verò potest angulus declinationis esse rectus, vel maior recto: quia si supponamus Verticalem F N G; vel alium (qui ad horologij planum, in alio situ, orthogonalis sit) esse in A E C, & angulum rectum facere cum Meridiano B E D: iam planum IK, esset parallelum eidem Meridiano; & ita non faceret cum eo angulum; nec ab eo diceretur declinare: nisi forte situm illum (secundum quem, horologium parallelum Meridiano est) vocare quis velit situm maximæ declinationis; tamen horologium Meridiano æquidistans, vsu communi vocari solet Meridianum; non autem quomo-

documque

documque declinans. Quod etiam angulus declinationis non poſſit eſſe maior recto patet; quia ſi Verticalis F N G, ſimul cum plano I K ita verteretur; donec F eſſet in Q, & G in R; angulumque cum Meridiano E B, ad partes auſtrales obtuſum efficeret Q E B: iam verſus Boream faceret acutum Q E D; & diceretur, non à Meridie, ſed à Borea declinare: eſſetque Q E D angulus declinationis, quem metiretur arcus Horizontis D Q. Vnde ſupereſt declinationem plani horologij; eſſe eiuſdem obliquum &c. ſicut eam definiuimus.

Vt autem hæc definitio meliùs intelligatur; cogitet Sapiens Lector hemiſphærij noſtri, ſicut & alterius cuiuſlibet partes quatuor præcipuè, in ambitu Horizōtis diſtingui; videlicet Meridiem vt B; Septentrionem vt D; nec non Ortum, & Occaſum Æquinoctiorũ vt A & C: duas itaque priores partes indicat circulus Meridianus; quem refert recta B E D, vtpote eius cum horizonte ſectio communis: reliquas verò duas deſignat Verticalis, qui Primarius dicitur, qui nempe ad angulos rectos Meridianum ſecat; & cuius cum horizonte ſectio eſt, A E C. Conſtat verò planum quodlibet horologium non poſſe, ſecundùm ſuperficiem ſuam, directè id eſt per angulum rectum reſpicere; niſi vnam ſolam ex prædictis partibus, videlicet ſolum Meridiem, aut Solum Septentrionem (tunc verò nulla eſt declinatio neque à Meridie neque à Septentrione) vel ſolummodo Ortum, aut ſolummodo Occaſum (tunc verò maxima eſt declinatio; tum à Meridie, tum à Septentrione: ita vt ſuperficies horologij, Meridiano circulo æquidiſtet) ſi tamen partem aliquam è quatuor illis, obliquè reſpiciat; poteſt quoque ſimul aliam aliquam ad latus illius poſitam reſpicere; vt Meridiem ſimul, & Ortum; vel Meridiem ſimul, & Occaſum: quemadmodum planum I K obliquè reſpiciens Meridiem B, reſpicit etiam cum eo Occaſum A; ideoque à Meridie in Occaſum declinare dicitur. Sic etiam poteſt alia ex parte, Septentrionem ſimul, & Occaſum; vel Septentrionem ſimul; & Ortum reſpicere; vt eiuſdem plani I K. poſtica ſuperficies obliquè Septentrionem D ſpectans, Ortum etiam C cum eo reſpicit: vnde & dicitur à Septentrione in Ortum declinare. Facilè autem quiuis dignoſcet, ſaltem in genere, qualis ſit reſpectus ille obliquus: ſeu declinatio cuiuſcumque ſuperficiei; hac obſeruatione: ſi plana horologij ſuperficies à Sole oriente illuſtretur, eidéque poſtea Meridie appareat; declinat à Meridie in Ortum: ita è contra dicendum eſt, ex parte Occaſus; vt nimirum declinet à Meridie in Occaſum; ſi Solem meridianum, & occidentem habeat: qualis eſt declinatio plani I K, cùm ei affulgeat Sol tum meridianus ex B tum occidens ex A. At ſi Sol meridianus nunquam ei appareat; ſignum eſt, in ſeptentrionem, potiùs eam obuerti, a quo & declinare dicetur; ſiue in Occaſum, ſiue in Ortum; prout hic vel ille eidem allucere deprehendetur: vt poſtica ſuperficies plani I K Solem numquam cernens meridianum; vtpote à parte B auerſa; declinat à Septentrione: declinat verò in Ortum quia Solis à parte C orientis, excipit radios.

Non quidem inficior, aliquo vno, vel diuersis anni temporibus, posse eandem horologij superficiem, Sole oriente pariterque occidente gaudere, quando videlicet, aut nulla est, aut exigua declinatio: hinc tamen nemo inferat propter ante dicta eam à Meridie siue à Septentrione (prout alterutrum respicit) declinare in Ortum simul & in Occasum: Solùm enim intelligenda est declinare in eam partem, siue Ortus siue Occasus; ex qua potissimùm vel diutius haurit radios Solis: vt superficies antica plani I K; licet hyberno tempore, à Sole oriente illustretur, atque etiam ab occidente (quod vtique accidit quia amplitudinis ortiuæ arcus vt C S, maior supponitur, quàm arcus declinationis B F) tamen quia Sole occidente non solùm hyberno, sed toto fere anni tempore, donec summa æstate Sol in T, verbi gratia, occidat, illustratur; seu potius (quod præcipuè intendit allata regula) quia tempore Æquinoctij, Sole in C oriente non illustratur, illustratur autem eodem occidente, in A; ideo superficies I K anterior in Occasum (idem ex opposito cum proportione dicẽdum de postica) declinare dicitur, minimè verò in Ortum. Solùm superesset inuestiganda declinationis quantitas; quam, vt dictum est, mensurat arcus horizontis comprehensus inter Meridianum E B & Verticalem E F, qui ad horologium I K rectus est: sed modus eam inuestigandi, & certò assignandi traditur commodiùs 2. *libro prop.* 14. 15. 17. 28. & 29.



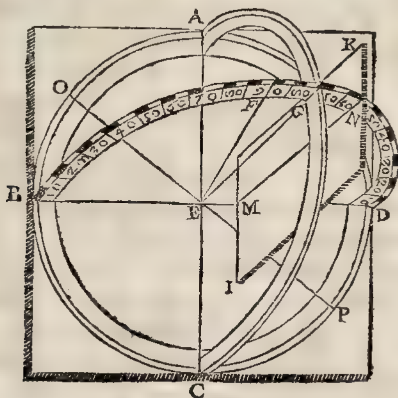
Hic denique monitum te velim, Lector, declinationem à me, non penitus eodem, quo à quibusdam solet, modo vsurpari; idque, vt visum est, ratione non solùm breuitatis, sed etiam facilitatis maioris; nec non in primis vitandæ confusionis; quæ plurima in ea voce reperitur, si latiùs extendatur. Quod enim multi dicunt declinationem à Verticali, (scilicet primario qui ad Meridianum rectus est) sicut & à Meridiano, non displicet: cùm perinde sit declinationem numerare, ex A in O; dicendo eam esse angulum contentum inter Verticalem primarium A E & alium Vertica-

lem O E, cui horologium I K æquidiſtat, ac numerare, ex B in F, vt ſuprà: ſed minus placet quod quidam dicunt Declinationem ab Horizonte; & horologium declinans ab Horizonte, ſimulque inclinatum ad Horizontem: nam inclinari quidem, propriè dicitur, id quod non eſt erectum omnino, & perfectè, ad perpendiculum; ſed aliquo modo in vnam partem deorſum propendet: (vt vi ſua vox ipſa indicat:) at ſi aliquid, hoc modo ad Horizontem propendens, non ſolùm dicitur inclinari ad Horizontem; ſed etiã ab eodem, alio reſpectu, declinare; confuſa nimis res eſſe videtur; imò abſque ratione: cur enim non pariter dicere licet declinans à Verticali, & inclinatum ad Verticalem; item declinans à Meridiano, & inclinatum ad Meridianum; & ſic de cæteris? Certè, declinare, propriè idem eſt ac diuertere & deflectere; atque adeo ſpectata ſolùm primigenia ſignificatione vocis, quicumque circulus, qui alium quemcumque non directe, ſed per angulum obliquum, reſpicit, & eatenus ab eo deflectit; ab eodem declinare dici poſſet. Sed ne tradendis præceptis Gnomonices difficilioribus (qualia ea ſunt quæ ad Horologia declinantia, & inclinata, & mixta pertinent) obſcuritatem generet, vox iſta indiſtinctè accepta; malui eam ad vnum arctare; hoc eſt ab vno ſolùm termino, à quo, vt vocant videlicet à linea Meridiana in plano Horizontis, declinationem dicere, ita vt, ſiue declinent tantum horologia, ſiue etiam ſimul inclinata ſint; declinatio (in quantum ea denominat) ab alterutra tantum parte Meridiani Auſtrina ſcilicet, aut Boreali deſumatur; nequaquam verò ab Horizonte, vel ab alio quouis circulo: quapropter, quoties de declinatione erit ſermo, ſemper intelligetur de declinatione, qua planum horologij, circulum Meridianum oblique ſecet; ſiue aliunde ad Horizontem rectum ſit, ſiue inclinatum.



Propositio. IX.

Inclinatio plani, horologij, est eiusdem à perpendiculo discedentis, & deorsum ad Horizontem vergentis, propensio; cuius angulum, semper acutum, metitur circuli cuiuslibet Verticalis ad horologium recti arcus, gradibus à Zenith ad planum circuli maximi cui horologium æquidistat, numeratis.



SIt planum Horizontis A B C D; circulus Meridianus B F D; Zenith F, à quo pendeat linea perpendiculi, seu axis Horizontis F E; sit etiam circulus quiuis maximus A G C, cuius cum Meridiano communis sectio sit E G; faciens cum E F angulum G E F: deinde fiat planum horologij I K, eidem huic circulo maximo parallelum; sitque eius cum Meridiano B F D sectio cõmunis M N, æquidistans ipsi E G. Certum est, huiusmodi planum esse inclinatum; id est non erectũ ad perpendiculum; cùm ab eo discedat; quatenus scilicet discedit, tum à Zenith F, tum à linea perpendiculi F E; cũ qua angulum facit, hoc ipso quod plano circuli A G C, parallelum est. Itaque inclinationis plani I K, angulus est G E F; idem scilicet, qui est angulus inclinationis circuli maximi A G C, cui ipsum horologij planum I K æquidistat: eum verò angulum metitur arcus Meridiani F G; quia hic est arcus distantiæ à Zenith F: non autem eum metitur arcus G D; quia is est potius arcus distantiæ ab Horizonte, & eleuationis supra Horizontem; quàm inclinationis ad ipsum. Cæterum hic angulus inclinationis, non potest non esse acutus; quia si perueniret vsque in D, esset quidem tunc angulus rectus F E D; sed nulla tunc esset inclinatio (nisi dicas fore maximam; cum proportione ad ea quæ supra dicta sunt de Declin:) sed planum I K æquidistaret Horizonti.

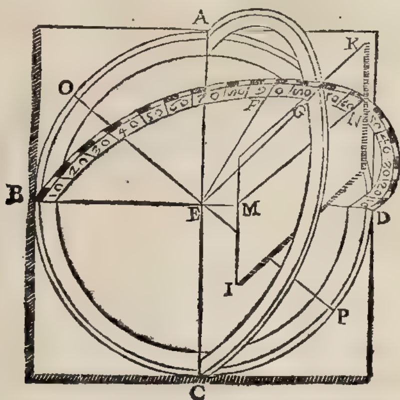
Non nemini fortè videatur aliter a me hic definiri horologij inclinatio-

nem ad Horizontem, quàm *definitio 4. ij. elem.* patiatur: ſed licet ex ea definitione generaliter, inclinatio plani ad planum, ſit angulus obliquus (ideſt ſiue acutus ſiue obtuſus) comprehenſus ſub his &c. quæ ad angulos rectos, communi ſegmento, ad idem ſignum ducuntur in vtroque ipſorum planorum; & ita inclinatio horologij I K, ad Horizontem A B C D, debeat eſſe angulus B M N, obtuſus; vel angulus D M N acutus; tamen in hoc negotio ad faciliorem methodum, aliter intelligo Inclinationem; ideoque aliter definio; propter hanc præſertim rationem: quia horologium quodlibet Inclinatum, tantam intelligitur habere Inclinationem, quantam habet à perpendiculo, ſiue à Zenith diſtantiam (nam eo magis inclinatum dicitur, quò minùs eſt erectum & è contra:) ita vt ſi verbi gratia 5 gradibus diſtet à Zenith, atque ab erecta linea perpendiculi; totidem graduum ſit Inclinatio, non verò 85 quanta ad rationem complementi deberet eſſe; ſi pro Inclinatione ſumeretur angulus acutus ſub lineis D M in Horizonte; & M N in plano horologij contentus, neque etiam 95; quanta eſſe deberet ſi pro Inclinatione ſumeretur angulus obtuſus ſub lineis B M, in Horizõte, & M N in plano horologij contentus. Quamuis vt ingenuè fatear (quod quidem ad rem ipſam attinet) parum interſit, vtrum Inclinatio dicti horologij, verbi gratia I K, ſit angulus B M N; an B E G: hi enim in idem recidunt, & ſunt æquales *per 29, i elem.* quia per conſtructionem parallelæ ſunt M N & E G: at ſi ex angulo B E G auferatur angulus rectus B E F; remanebit acutus F E G, velut complementum totalis Inclinationis, reiectis 90 gradibus anguli recti B E F; & eodem modo ſi quis velit Inclinalionem eſſe angulum acutum D M N; complementum eius erit, angulus F E G: quia enim parallelæ ſunt M N & E G; angulus D E G neceſſario eſt æqualis angulo D M N, & conſequenter æqualia inuicem erunt vtriuſque complementa. Igitur complementum Inclinationis D M N (ego certè, vt ſupra etiam inſinuaui, mallem dicere Eleuationis ſupra Horizontem; ſicut & de Eleuatione poli dicunt omnes) erit angulus G E F: quod ſufficit, pro vera Inclinationis, tum natura tum quantitate definienda; & hic modus dicendi, practicis præceptis eſt accommodatiſſimus & theoreticis magis conformis vt videtur.

Tamen quidquid ſit; & quomodocumque ſumere libeat Inclinationem; quæcumque horologia horizontem oblique ſecuerint, ea nobis Inclinata erunt: quale eſt in propoſito ſchemate horologium I K. Si verò non ſolùm Horizontem, ſed etiam Meridianum obliquè ſecent; non modò erunt tunc Inclinata; ſed ſimul etiam declinabunt: vt continget, ſi in eadem figura quis cogitet lineam Meridianam non eſſe eam quæ antea ſuppoſita eſt, videlicet B E D, ſed O E P; ita vt circulus B F D, ſit Verticalis ad horologium rectus; & ſic angulus Declinationis à Meridie in Ortum, ſit O E B, illumque arcus O B metiatur. Supereſt nunc (quo omnia, quæ ad Inclinationem generaliter pertinent, concludantur) vt modum tradam dignoſcendi, quam in partem Inclinari dicendum ſit quodlibet horologium

Inclina

Inclinatum. Et quidem (vt iam ex dictis certum est) dici debet Inclinari à Vertice siue a Zenith; nec non etiam Inclinari ad Horizontem, cùm in illum propendeat: sed nunc quæritur quam in partem Horizontis, seu ad quam mundi plagam Inclinetur.



Itaque horologium, quod est simpliciter Inclinatum, id est, quod non est simul etiam declinans, semper secat Meridianum ad angulos rectos; atque adeo, non nisi, versus Meridiem, aut versus Septentrionem Inclinatur: at è duobus determinatè, versus illum inclinari dicitur, versus quem ita propendet, vt eius ex parte angulum cum Horizonte acutum efficiat: vt planum I K, versus Septentrionem Inclinatur, quia ad plagam D Septentrionalem, angulum acutum D E G, siue D M N efficit. Quando verò horologium est Inclinatum simul, & Declinans, si maxima est eius Declinatio; ita vt integro circuli quadrante, a Meridiano absit Verticalis ille (is tunc erit Verticalis primarius) qui ad horologium rectus est: tunc quidem versus Ortum aut versus Occasum Æquinoctiorum, inclinabitur; prout ex parte huius, vel illius angulum cum horizonte acutum fecerit. At quando arcus Declinationis continet gradus pauciores quam 90; tunc Verticalis ille, qui horologium orthogonaliter secat, determinabit non solùm Declinationem, vt dictum est, sed etiam ad quam plagam, & ad quem ventum sit Inclinatio, determinabit, inquam, eodem modo (seruata proportione) quo Meridianus eam determinat, cùm nulla est declinatio, aut Verticalis primarius, cùm maxima est.

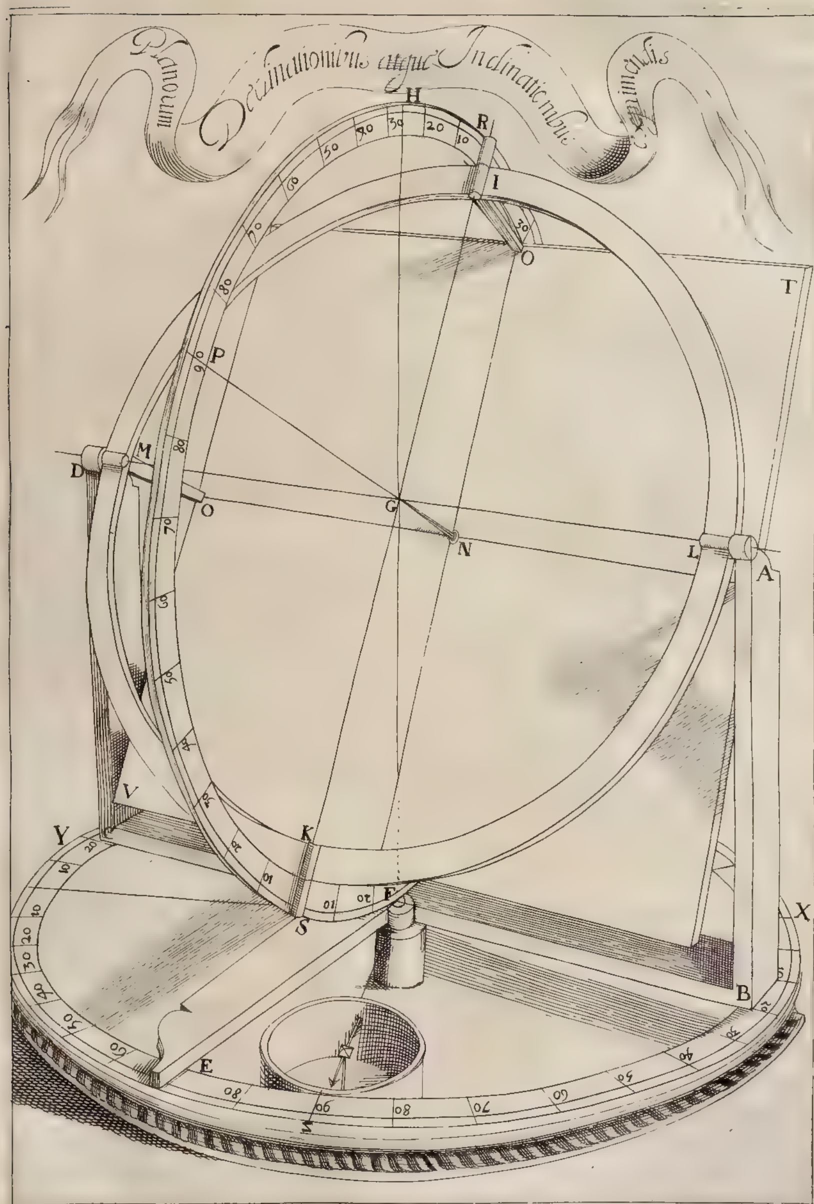
Denique Inclinationis quantitatem, seu quot gradus contineat arcus circuli Verticalis ad horologium recti, comprehensus inter Zenith & circulum maximum cui horologium æquidistat; qualis est arcus F G; facilè cognoscetur ex dicendis *lib.2.prop.*11.*&* 29.

Propoſitio X.

Inſtrumentum declinationibus, atque inclinationibus planorum explicandis accommodare.

REgulæ rectilineæ, è dolato optimo ligno; vel ex orichalco, nectantur in hunc modum: Ad vtrumque caput regulæ BC longioris, ſtent ad perpendiculum erectæ, hinc A B, inde D C, habentes ſingulæ dimidiatam (vel paulo amplius) longitudinem ipſius B C; in cuius medio, ad ſignum F, relinquatur particula quædam, citra latus eius rectum prominens in ſemicirculi; vel potiùs dimidiati cylindri, ſpeciem, reſecta; vt in eius centro, per axem, fiat foraminulum ad vſum mox dicendum: deinde alia regula FE, cum eadē B C. ita copuletur; vt in eodem plano exiſtens, rectos cum ea angulos conſtituat; & latus eius rectum, per centrum F, tranſeat, hoc enim latus, in vſu Inſtrumenti erit linea fiduciæ indicis: præterea in ſummitate vtriuſque erectæ regulæ B A & C D; ipſis, ex ipſiſmet adhæreat directo foraminulo per axem transfigendus, veluti cylindrus, vt A. & D: ita tamen, vt à baſi B C, æqualiter diſtent ambo foraminula; & per eorum axes tranſeant, recti vtriuſque lateris, planæ ſuperficies B A, & C D. Per vtrumque, modò paratum, foramen, veluti per geminos polos, traijciatur æreus axis A G D; cuius linea, cum reliquis tribus A B, B C, & C D, perfectum parallelogrammum A B C D, efficiat: eidem verò axi, ex conſimili materia, verſatilis circulus R P S F; ad rectos angulos, ita connectatur; vt eius quidem centrum G, ſit in medio ipſius axis, inter duos polos A & D; circumferentiam verò, directè imminentem centro, ſubiecti foraminuli in F; vel etiam illud ipſum tangentem, cohibeat crenula quædam, tali artificio, diſpoſita; vt circumductum liberè moueri permittat; non ſinat autem in hanc, vel illam partem hoc eſt in B, vel in C, vllatenus detorqueri: Alius præterea circulus ex orichalco I L K M, modicè craſſus, & latus; cum prædicto axe tanquam cum propria diametro connectatur: itaut priori circulo ad angulos rectos ſit; eidemque inſuper copuletur; extenſa hinc inde, ab I in R, & à K in S, diametro S K G I R. poſtmodum ſub circulo I L K M, planum T V, eidem parallelum, ſtatuatur; & ab eodem veluti dependeat; diſpoſitis, per quatuor partes, appendiculis æqualibus I O, L O, K O, & M O, Denique pro baſi, totius Machinæ, ſit circulus integer X Z Y; habens in centro, tornatilem cuſpidem eminulam, ipſi ad angulos rectos infixam, & immobiliter firmatam; quæ in paratum antea foraminulum F, inſerenda eſt; itaut illud iuſta menſura implens, æqualem, & facilem circa ſe motum permittat Indici F E; ſimulque reſiduæ Machinæ. Porro tam in hoc circulo X Z Y, quàm in alio prius explicato R P S F, diſtinguendi ſunt, ſolito more, gradus & numeri appingendi facto initio,

à Z verſus



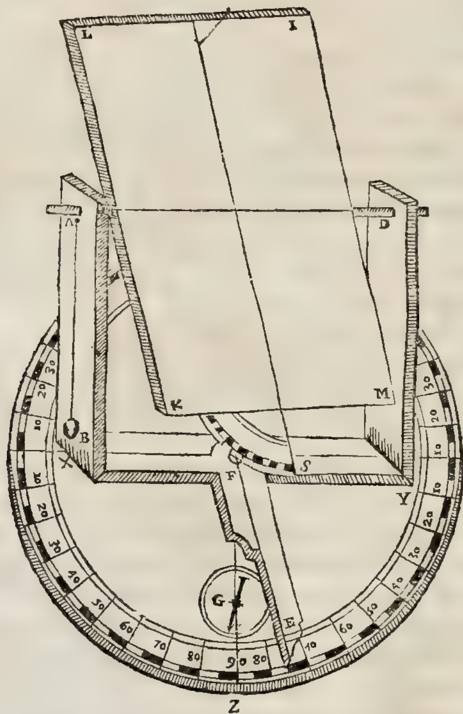
Planorum Declinationibus atque Inclinationibus Examinandis
H
R
I
O
T
P
M
D
O
G
N
L
A
V
K
Y
F
S
X
B
E

à Z versus Y, & X; & ab S versus F, & P; ac ab R versus P. tamen loco integri circuli R P S F, sufficeret semicirculus a tergo positus R F S; quod quidem attinet ad commoditatem, & elegantiam Instrumenti; licet ad faciliorem explicationem integrum circulum depinxerim. Et hæc quidem de fabrica Instrumenti; nunc verò quid singulæ eius partes significent explicandum est.

Duorum circulorum I L K M, & R P S F commune centrum G, refert ipsum Sphæræ centrum; intelliguntur enim dicti circuli, tanquam maximi, in Sphæra. *Axis* A G D refert sectionem communem circuli I L K M, & Horizontis; cuius quidem integer circulus, cùm ob maiorem Instrumenti commoditatem, in eo situ non collocetur, repræsentatur optime a subiecto basis circulo X Z Y; sicut centrum G à centro, quod est in F: vnde axis Horizontis est linea H G F; & punctum quidem H Zenith, F autem Nadir refert. Circulus R P S F, vtpote ad Horizontem rectus, Verticalem circulum designat; non quidem hunc vel illum determinatè; sed quęcunque; hoc est alium, atque alium, pro alio, atque alio positu Indicis F E, per totum Horizontis circuitum, pariter cum reliqua machina, mobilis. Circulo I L K M, duplex motus conuenit; alter quidem proprius, non circa proprium axem; qui est P G N; sed circa diametrum A G D; alter verò, ratione deferentis, videlicet ipsiusmet axis A G D; qui conuersione Indicis circa F, conuertitur etiam ipse circa Horizontis axem H G F. Hoc verò duplici motu prædictus circulus, tali modo, & in tali situ, componi potest; vt referat propositum quemlibet maximum, in Sphæra, circulum; cui quomodocunque potest planum aliquod, horologij capax, æquidistare. Vnde planum T V eidem parallelās colligatum, simulque mobile; ad varios tum Declinationis, tum Inclinationis, tum vtriusque simul, gradus potest accommodari; atque adeo quodcunque, & cuiuscunque situs, planum horologij designare. Exempli causa, secundum situm in schemate expressum; planum T V refert planum horologij declinantis simul & inclinati; in quo stylus est N G; pars videlicet lineæ P G N; quæ est axis circuli maximi I L K M; cui horologium æquidistare intelligitur: vnde styli vertex est G, eiusdem verò longitudo G N, est distantia imaginata inter horologium, & centrum Spheræ. Quantitas autem declinationis, numeratur in Horizontis arcu Z E, comprehenso inter Indicem F E, & lineam quæ hic supponitur meridiana videlicet F Z. Et quia Index E est inter austrum Z, & Occasum Y; ideo dictum horologium declinat a meridie in Occasum. Demum inclinationis quantitatem, dat circuli Verticalis R P S F ad horologium recti, arcus H R; vel eidem æqualis F S; hic quidem comprehensus inter Nadir F, & S communem sectionem dicti Verticalis, circulique I L K M; ille verò comprehensus inter oppositam communem eorundem circulorum sectionem R, ac Zenith H. & quia prædicti Verticalis arcus H R; & reliquus semicirculus, à tergo Horologij, est inter Septentrionem, & Ortum; idcirco inclinatur horologium ad plagam,

plagam, quæ inter Septentrionem, & Ortum eſt; & a Septentrione tantundem diſtat, quantum Index E, a Meridiano puncto Z. Atque ita conſtructum eſt & explicatum Inſtrumentum, Simulque declarata declinationum & inclinationum ratio, in genere Horographiæ Gnomonicæ.

Cæterum in hoc Inſtrumento ideo volui planum T V eſſe diſtinctum a circulo I L K M; vt ita theoreticè explicarem tumlocum & ſitum; quem horologij cuiuſlibet planum intelligitur habere, inter plana circulorum Sphæræ; tum etiam eius à centro Sphæræ diſtantiam; quæ non alia eſt, quàm ipſa ſtyli longitudo: alioqui enim inclinationes & declinationes perinde explicantur, ſiue planum horologij ponatur diſtinctum a prædicto circulo I L K M, ſiue non quandoquidem duorum planorum ſibimet æquidiſtantium, eadem penitus eſt inclinatio, & declinatio ſi qua eſt. Quapropter ſi quis voluerit in loco circuli I L K M, integrum planum ſiue orbiculare, ſiue quadratum collocare; ita ut ſuper immota recta linea A L M D moueatur: (vt antea dictum eſt) atque inſuper voluerit



loco circuli integri R P S F, ſolum qui a tergo eſt ſemicirculum R F S facere; vel etiam ſolum, in inferiore parte, arcum S F, cum toto eo reſiduo quod ad integrum quadrantis complementum intelligitur ſupereſſe pone planum T V; is quidem hoc habebit maioris commoditatis, quod

Inſtru-

Instrumentum erit multò expeditius & facilius; ac insuper inseruire poterit ad collocanda in situ debito & probãda, quælibet horologia prius delineata; itaut si ad horographicam exercitationem, vel aliter horologium quis descripserit, secundùm datam quamlibet declinationem, vel etiam inclinationem, aut vtramque, aut sine illis; & postea experimentaliter ad Solem probare voluerit an recta sit ipsa descriptio, an fallax: optimè & expeditissimè rem perficiet si descriptũ horologium imponat plano inclinabili, & mox debitam inclinatem, in quadrante S F &c. numeratam, nec non similiter debitam declinationem in gradibus Horizontis numeratam ei tribuat: tunc enim collocato ipso circulo Horizontis X Z Y secundùm situm naturalem ei debitum, erit horologium omni ex parte in debito situ; & verum horæ momentum lucente Sole indicabit: dummodò in eius delineationem nihil erroris irrepserit.

Sit autem eorumquæ modo dicta sunt alterum schema iam appositum, in quo vides Lector planum quadratum I L K M axi A D, vt priùs collocato, impositum, & firmiter copulatum; quadrantem verò S F &c. à tergo ipsius plani; eidemque ad angulos rectos optimè colligatum: sed obserua quadrantem ita debere disponi; vt centrum eius sit præcisè in linea; quæ est in medio ærei axis A D: latus verò eiusdem; quod per ipsum centrum transit, & à quo incipiunt graduum notæ; æquidistet ipsi plano I L K M, vel omnino conueniat. Vides etiam in hoc Instrumento magneticam acum G; cuius indicio lineam F Z, ad meridiem dirigere; & perpendiculum A B, cuius beneficio circulum X Z Y, simulque ei æquidistantem axem A D, in situ horizontali collocare possis: reliqua perficies ex dictis. Et ita Instrumentum comparauimus quo non solum exprimuntur planorum declinationes; atque inclinationes; sed etiam cuiuscumque horologij in plano mobili delineati, experimentum commodissimè fieri potest, quod erat &c.



Pro-

Propoſitio XI.

Vera vniuerſalis, Horographiæ Gnomonicæ Theoria è varijs, Perſpectiuæ arte, ordinatis circulorum Sphæræ proiectionibus, inſtauratur.

Horographia operatrix, quam dicunt practicam, niſi veræ ac legitimæ Theoricæ, ſeu contemplatrici innitatur; nec regulas operandi fideles, nec operationem ipſam poteſt habere tutam: cum enim omnem ſuam lucem, ac certitudinem ab ea mutuetur; ſi illa defuerit, quæ radiorum occurſus, & rationes vmbrarum docet; non poterit hæc non frequenter labi; dum radiorum, ſiue vmbrarum ductus, in plano horologij, artificiosè delineare ſine arte præſumit: imo errorem non facilè vitabit, ſi illa quoquo modo, obſcura fuerit, vel captu difficilis: quapropter priuſquam, ea quæ ad practicam pertinent, aggrediamur; quantum neceſſe fuerit, de ipſa Theoretica dicemus: hoc eſt veras artificioſæ horographiæ rationes, à primis principijs erutas declarabimus; & ne quem horographiæ ſtudioſum tædio afficiat Theoria difficilior; ſicque eum vel omnino deterreat à præſtantiſſimæ artis iucundiſſimo ſtudio; vel ſaltem cogat, regulas practicas, vt vt occurrerint, arripere; & in conſtructione mechanica horologij, cœco modo executioni mandare; ideo nos dictas rationes, quantum fieri poterit, dilucidè proponemus, & captui cuiuſque accommodare conabimur.

Solent igitur Horographi, artis ſuæ Theoreticam ideam huiuſmodi, communiter formare; ex qua ſuarum demonſtrationes praxeon deducunt. Primò vniuerſam hanc mundi machinam concipiunt, velut diſtinctam circulis; quos Aſtronomi communiter, in Sphæra materiali, commonſtrant, videlicet, Horizonte, Meridiano, Æquatore, Tropicis, Horarijs, Verticalis, cæteriſque ſimilibus, qui omnes Sphæram componant, cuius centrum, mundi etiam centrum ſit.

Secundò Imaginantur planum horologij, quaſi interſeri circulis illis; ita vt non quidem, per Spheræ iam dictæ centrum incedat; ſed vt ab eo diſtet, ſecundùm datum aliquod interuallum, videlicet ſecundùm datam ſtyli longitudinem, ſicque ab omnibus circulis prout occurrunt ſecetur.

Tertiò Cogitant Solem, prout circulos illos ſucceſſiuè percurrit, radium ſuum ita emittere; vt radius ipſe tranſeat per centrum Sphæræ, & ſic in planum horologij incidat; illudque attingat, in ea præcisè linea; quæ eſt ſectio communis, ipſius plani horologij, & circuli maximi, in quo tum Sol, tum radius eius reperitur.

Quartò In centro Sphæræ opacum aliquid; veluti Gnomonis apicem, ita men-

ita mentaliter collocant; vt ex eo emissæ vmbræ, in eadem horologij puncta cadant; in quæ ipsimet radij (quorum illæ sunt vmbræ) cecidissent; nisi ab interposito opaco illo styli vertice impediti fuissent.

Quintò obseruant cuinam, ex omnibus circulis maximis, parallelum sit horologij planum; atque ex eo circulo nomen horologio imponunt: nam si parallelum fuerit Æquatori; vocant Æquinoctiale; si Horizonti, Horizontale, & ita de alijs, vt dictum est *prop. 6.*

Sextò tandem his ita dispositis, & ob oculos mentis constitutis; diligentissimè expendunt angulos quoslibet; qui fiunt in concursu communi circulorum, & plani quod (vt dictum est) prope centrum Sphæræ, id est prope centrum mundi; imaginantur: vt pro designando horologio, similes omnino angulos, geometricè forment in aliquo proposito plano; siue lapide, siue muro, siue alio simili. His enim formatis diligenter angulis, & assumpto stylo æquali ei, quem priùs in centro mundi imaginati sunt; inueniunt interualla, & puncta necessaria; per quæ desideratas extendunt lineas, siue horarias, siue alias; quæ quidem sic extensæ imaginarias illas, hoc est ab imaginarijs circulis, in plano prope mundi centrum præconcepto, per communem sectionem designatas referunt; quemadmodum gnomonis apex centrum etiam mundi repræsentat.

Hæc igitur est Horographiæ Theoria communis: quæ si fortè propter imaginarios illos, in Sphæra mundana, confictos circulos; alicui abstrusa nimis, adeoque difficilior videatur; eam si placet captui suo accommodet modo isto sensibili, & alioqui maximè naturali. Primò concipiat Sphæram materialem (qualem Astronomi præclaro inuento, ad ingeniorum nostrorum leuamen, excogitarunt) suis instructam omnibus circulis, & ad mundi plagas conuenienter dispositam. Secundò eam cogitet per ipsius punctum medium seu centrum in vertice styli aptè collocari. Tertiò radijs opticis, qui solarium radiorum vicem suppleant, ex omnibus circulorum peripheriæ punctis, per centrum Sphæræ, hoc est per apicem styli, in planum cui stylus ad angulos rectos infixus est, vibratis; intelligat formari in eodem plano circulorum vmbras, atque ita circulos ipsos vmbratili ductu depingi (quod nos cum Perspectiuis vocamus in planum proijci; de quo postea magis dicemus) *propositione* 20 *&* 21 hæ enim circulorum vmbræ, sunt ipsamet lineæ, in horologio designandæ, vt in Schemate *propositionis* 21, clariùs ostenditur. Quod autem dicimus, de Sphæra aptè collocanda in vertice gnomonis; intelligendum est, non solùm de Sphæra communi, pro communibus horologijs; sed etiam, seruata proportione, de alijs Sphæris (de quibus statim agemus) pro reliquis duobus nouorum horologiorum generibus.

Porro ex hac Theoria quadruplex maximè commodum nobis erit. Primò ista bene percepta, illa prima communis, quam initio proposuimus, & quæ est prima radix totius horographiæ, faciliùs à Tyronibus apprehendetur; sicut enim Sphæra materialis ad hoc excogitata est, vt per

ſenſibilem circulorum notitiam, ad cognitionem circulorum, & Sphæræ cæleſtis, aſſurgamus; ita ſectiones, in plano horologij, factæ à circulis Sphæræ materialis, clariùs indicabunt ſectiones ſimiles factas à circulis Sphæræ cæleſtis ac mundanæ. Secundò demonſtrationes, quas ſingulis horologijs poſt delineationem practicam, adhibebimus; & in Theoriam iſtam Opticam, proximè reſoluemus; faciliùs proinde intelligentur. Tertiò quia in horologiorum Catoptricorum ac Dioptricorum conſtructione, longè alia, & à communi plurimùm diuerſa concipienda eſt, Sphæræ mundanæ, & circulorũ eius diſpoſitio (*vt propoſitione ſequenti* declarabitur) idcirco Theoria illa communis, aut nihil omnino deſeruire poteſt horum horologiorum conſtructioni; aut certè totaliter eſt inuertenda, vt aliquatenus vtilis eſſe poſſit; quod ſine magna imaginationis moleſtia, præſertim in re noua, & inſolita, fieri nequit. Atque ideo nos, Theoriæ modum hunc vniuerſalem ex principijs Opticis erutum, adinuenimus; qui magna ſtudioſorum voluptate, omnibus horologiorum generibus, abſque difficultate, accommodari poteſt. Quartò inſtrumenta, quæ ad triplex horologiorum genus videlicet Opticum, Catoptricum & Dioptricum fabricandum excogitauimus; tum ſecundùm compoſitionem ipſorum, tum ſecundùm vſum; quàm ſint naturæ rei affinia, ac proinde quàm fidelia in opere, ipſius Theoriæ modus ſtatim demonſtrabit; quàm verò ſint expedita, meliùs probabit experientia.

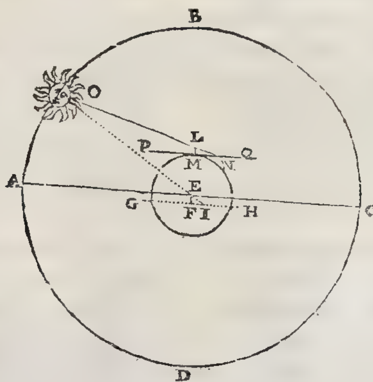


Pro-

Propositio XII.

Terreni globi semidiameter adeo exigua est, si cum semidiametro solaris orbis comparetur; vt in horarijs solaribus, gnomonis vertex licet à terræ centro tota eius semidiametro distet; in eo nihilominus esse facilè censeri possit, absque errore vllo sensibili: non ita tamen, si terræ globus à centro orbis solaris, longiùs abesset: neque etiam nunc in horarijs lunaribus.

HAc propositione satisfit cuidam dubio, quod circa prædictam Theoriam fieri solet; Qui scilicet verum esse possit, vt in quolibet horologio, gnomonis apex: vt L, vel centrum Sphæræ materialis, in eo collocatum, repræsentet centrum terræ vt, E: cùm ab eo absit, tota eiusdem terræ semidiametro; id est milliaribus circiter, 3035 in sententia recentiorum Astronomorum: quamuis eam Aristotiles ad 79548, & paulo ampliùs extendat: Hinc enim sequitur, non idem præstare verticem styli L M in horologio P Q in superficie terræ, quod præstaret centrum terræ, E vel stylus ipsi L M æqualis imaginatus E F, in plano similiter imaginato G H; quod nimirum attinet ad rationes vmbrarum, & ad motum Solis, atque ad momentum determinatum temporis, ipsarum vmbrarum indicio demonstrandum.



Nam si circa terræ centrum E, sit circulus quiuis maximus A B C D; & Sole in quouis eius puncto O lucente, ex O radij duo mittantur; quorum vnus per L verticem styli, in superficie terræ, incedens, subiectum planum P Q feriat in N; alter verò per E verticem styli, in centro terræ, planum G H feriat in I: facient illi necessariò angulum in O, nec erunt inuicem paralleli; ergo inæqualiter inclinabuntur ad duo plana P Q & G H Hori-

 zonti

zonti per A C, diametrum transeunti, sibique inuicem, ex suppositione, parallela: ergo, si in vtroque plano gnomones æquales repererint; quales sunt L M & E F; non producent in vtroque, vmbras æquales sed in altero quidem breuiorem, vt F I; in altero autem longiorem, vt M N. At vmbræ inæquales, in transcursu linearum æqualium, & similia interualla habentium (quales lineæ & qualia earundem interualla esse intelliguntur in vtroque horologio P Q & G H) inæqualiter se habebunt. Ergo vel necesse est, stylum horologij L M non sumi æqualē gnomoni imaginato E F; vel certè linearum interualla, ab inæqualibus vmbris transcurrenda, debent ad certam mensuram proportione reduci; vt sint interualla linearum horologij P Q ad interualla horologij G H, sicut est vmbra M N. ad vmbram F I: aut impossibile est, vt vtraque vmbra demonstret eundem in cœlo, locum Solis O, & idem temporis momentum. Ergo nec pro centro mundi, styli apex; nec pro horologio G H (quod sub centro mundi intelligitur fieri, à circulis Sphæræ mundanæ secantibus eius planum) sumi potest horologium P Q in superficie terræ situm, & alteri prorsus simile, quoad linearum interualla: huic itaque dubio satisfit in hunc modum.

In primis dico corrigendam esse figuram: nam secundùm Astronomos globus terræ adeo exiguus est, respectu cœli, in quo Sol mouetur: vt, si cum eo comparetur; instar puncti sit in medio eius; atque adeo pro centro indiuisibili, meritò sumi possit. Quapropter in constructione, & vsu huiusmodi instrumentorum (qualia sunt horologia solaria) Sphæra habens centrum in circumferentia terræ, censeri potest quasi illud habeat in centro ipsius terræ & consequenter styli vertex in quolibet horologio, rectè potest supponi pro centro terræ: & radij solares, per apicem styli, dato aliquo momento emissi: pro radijs eodèm momento emissis, per centrum terræ: adeoque illi, perinde atque isti, verum horæ momentum indicabunt: verum, inquam, secundùm æstimationem, seu designationem sensibilem; quamuis non secundùm mathematicam supputationem. Horographi autem, quando in sua Theoria supponunt verticem styli, quasi realiter existentem in centro terræ, id faciunt, vt constructionem horologij, geometricè demonstrent: alioqui enim, id non esset necessarium, ad solam practicam constructionem, vel vsum communem horologiorum; sed sufficeret dictum styli verticem, à centro terræ non abesse sensibiliter; vt reuera sensibiliter non abest: cum semidiameter terræ sit tam exiquæ, & tam insensibilis quantitatis; vt non solùm respectu semidiametri cœli, in quo Sol mouetur penè nullam; sed etiam respectu semidiametri ipsius corporis solaris, valde exiguam censeatur habere: nam semidiameter terræ non solùm ad semidiametrum Sphæræ solaris est vt 1 ad 1216 circiter; sed etiam ad semidiametrum ipsius Solis est, vt 2 ad 11: vnde cùm centrum Solis est, verbi gratia, in vero Horizonte, per centrum terræ transeunte; licet ipsum quidem centrum Solis nondum tunc appareat plano horologij Horizontalis; tamen ei iam lucent 9 partes semidiametri disci

solaris

ſolaris,& duæ ſolùm, nondum lucent; quæ tamen ſtatim lucebunt tranſacto temporis interuallo prorſus inſenſibili? Igitur ad conſtructionem practicam, atque vſum vulgarem horologiorum, poteſt vertex ſtyli, pro centro terræ ſumi, abſque errore ſenſibili: quo dato, & ſufficientibus experientijs confirmato, horographi, in ſuis demonſtrationibus, iure merito concipiunt ſtyli verticem, quaſi reuera eſſet in centro mundi.

Addo tamen huiuſmodi hypotheſim, nullatenus fore vtilem demonſtrationi (quemadmodum nec practicæ conſtructioni) horologij ſolaris; ſi fortè daretur regio aliqua extra terrenum orbem, atque à centro Sphæræ ſolaris notabiliter diſtans; pro qua horologium ſolare conficiendum eſſet; ibi enim fierent vmbræ notabiliter diuerſæ, ab ijs quæ hic fiunt. Exempli cauſa ſi eſſet alia terra immobilis, in plano atque in centro tropici Cancri; eſſetque ibi deſignandum horologium Polare, id eſt parallelum axi ipſius tropici, qui idem eſt axis mundi: in primis ducenda eſſet linea Cancri recta, non autem curua vt hic fit: è contrà verò linea æquinoctialis eſſet curua; & ratio eſt quia in eo loco, radij æquinoctiales per ſtyli verticem tranſeuntes, à plano Æquatoris abeſſent interuallo multùm ſenſibili; ac proinde efficerent ſenſibiliter, (*vide prop. 14. ac deinceps vſque ad 17*) conum eius baſis eſſet circumferentia Æquatoris cœli, in quo eſt Sol; vertex autem in ſtyli vertice: atque inſuper ex eodem ſtyli vertice cadentes vmbræ, ſimilem oppoſitum conum formarent, ſecandum a plano horologij, vtique in lineam curuam. Radij autem Cancri tranſeuntes per verticem ſtyli, neque ſenſibiliter, neque realiter diſcederent ab eiuſdem Cancri plano, ideoque lineam rectam efficerent in plano horologij: vt ſtatim intelligetur *ex dicendis prop. illa 14. ac deinceps.* Ex quo manifeſtè ſequitur, eò loci Theoriam, longè diuerſam à noſtra, inſtituendam forè; propter notabilem diſtantiam ſtyli à centro Sphæræ in qua Sol mouetur. Sed hæc facilè quiuis intelliget; qui vel mediocriter nouerit vmbrarum rationes diſcutere: vnde nec huius rei figuram appono; cum mihi ſufficiat indicaſſe ea, quæ faciunt ad veritatem propoſitæ, & communiter receptæ theoriæ declarandam.

Addo etiam ad maiorem declarationem, non poſſe verticem ſtyli pro centro terræ ſumi abſque errore multùm ſenſibili, in horologio lunari; adeo vt ſi quis etiam in hoc orbe terræ, in quo degimus, velit horologium deſcribere, quòd lunari vmbra indicet ipſius Lunæ motum, ſeu diurnum, ſeu menſtruum: non liceat ei vti præceptis horologiorum ſolarium; aut certè errorem non leuem committet: ſiquidem ſemidiameter terræ, eſt iam notabilis & multùm ſenſibilis extenſionis, ſi cum ſemidiametro concaui Sphæræ lunaris comparetur; eſt enim ad illam ſicut 1 ad 33. & parum amplius; quæ proportio dicit differentiam magnitudinis ſatis ſenſibilis, ex parte ſemidiametri terræ: ac proinde ſtylus huiuſmodi horologij, hoc reſpectu, ſenſibiliter diſtaret à centro mundi: & vmbræ lunares ab ſtylo decidentes, multùm differrent, ab vmbris, quæ à centro mundi caderent;

rent; quod facilè confirmare poſſem experimentis quamplurimis, & quidem, vt puto, accuratiſſimis, factis à me obſeruante, lunaris reflexi radij, motum in horologio ſolari Catoptrico inſignis magnitudinis: non rarò enim deprehendi illum a vero, ſibi iuxta ephemerides debito loco aberrare; tum inter lineas horarias; tum maximè inter parallelos radiorum Zodiaci; idque tum tempore Eclypſis, tum aliàs; optimè autem comprobaui, non potuiſſe errorem illum, in ipſius lunæ latitudinem, aut radij eius refractionem refundi: neque verò dubitare potui, de horologij ſolaris Catoptrici fide, cui pluribus iam annis, feliciter repetita ſuffragatur experientia, oſtendens omnem linearum, & præcipuè dictorum parallelorum contextum diurno motui Solis; ad ſingulos Eclypticæ gradus, ab ephemeride indicatos, apprimè congruere: quare ſupereſt vt erroris cauſa ſit parallaxis; quam habet Luna ſenſibilem, ob dictam ſemidiametri terræ, ad Lunaris orbis ſemidiametrum comparatæ ſenſibilem magnitudinem. Non poteſt igitur motus Lunæ circa gnomonem, ſumi pro motu eiuſdem circa centrum mundi; cùm ea reſpectu Lunæ diſtent inter ſe notabiliter; & fieri non poſſit, vt circa duo centra ſidus aliquod regulariter moueatur; At in motu Solis (vt dictum eſt) aliter ſe res habet; quia reſpectu illius, per modum vnius centri ſe habent vertex ſtyli & centrum mundi.



Pro-

Propoſitio XIII.

Si per medium vnius homogenei diaphani, vel plurium æqualium diaphanorum, radius à centro Solis in verticem Gnomonis emittatur; & ab eodem vertice vmbra cadat; radius, & vmbra, in vna lineà recta erunt.

SIt Gnomonis A B vertex A, in quem à centro Solis G, radius G A deriuetur; & ex quo vmbra A H cadat; ita vt medium ſpatium, per quod diffunditur tum radius G A, tum vmbra A H, ſit vnum, & idem, verbi gratia aereum, vel quouis alio modo æqualiter denſum diaphanum; nec vllam faciat refractionem. Dico radium G A, & vmbram A H, eſſe in vna linea recta quæ ſit G A H; Cùm enim fluxus lucis ſit ſuapte natura, per lineam rectam (vt nunc ſuppono; tanquam rem communiter receptam) ſequitur radium G A, cum linea recta conuenire: quia verò vmbra non eſt aliud, quàm lux diminuta, ideo in ſui diffuſione naturam lucis neceſſariò imitatur; ac proinde vmbra A H, per lineam rectam proijcitur; quòd autem hæ duæ rectæ G A & A H, in vnam totalem rectam G A H abſque angulo in A continuentur: ſic oſtenditur, quia namque vmbra A H eſt lux diminuta; & non aliter lux diminuta eſt; quàm quia, licet contineat alios radios quoſcumque ſecundæ, vel primæ lucis, aliunde quàm ex centro G profluentis; caret tamen primæ lucis radio G A, qui ſolus ab opaco puncto verticis A impeditur ne verſus H protendatur; ibi neceſſariò eſt vmbra A H, vbi ſublato eo puncto opaco eſſet radius ex G, per A extenſus verſus H; is autem ex naturali (vt dictum eſt) modo fluxus lucis; in tali loco, & ſitu eſſet, in quo cum reliqua eiuſdem radij parte G A, lineam vnam rectam efficeret; ergo poſito opaco vertice A, vmbra A H eſt in tali ſitu & lo-

co,

co, in quo cum radio G A, lineam vnam talem efficiat, cuius medium videlicet A obumbret extrema videlicet G & H, at verò linea cuius media obumbrant extrema, recta eſt; ex definitione Platonica referente Clauio *ad 4. definitionem 1 Elem.* Ergo ſi per medium vnius &c. quod fuit &c.

Aliter Vitellio *l. 2. Prop.* 10. demonſtrat omnem radium luminoſum, per medium vnius diaphani, trans verticem alicuius corporis vmbroſi protenſum, eſſe neceſſario, lineam vnam rectam.

Aliter.

SI linea vmbræ A H ſimul cum radio G A non facit vnam rectam totalem G A H, ſed angulum facit in A; igitur non cadet vmbra in H, quia ex facta hypotheſi H intelligitur eſſe terminus lineæ rectæ quæ à centro Solis G per ſummum ſtyli apicem duci poteſt: cadat ergo vmbra ex A in M verbi gratia. Dico fore vmbram in M & non fore: fore quidem ex facta ſuppoſitione: non fore autem, quia poteſt à centro Solis G duci abſque impedimento radius lucis qui quidem ſubſtendat angulum G A M à radio G A & vmbra A M productum, & conſequenter perueniat in M: ex hoc autem ſequitur non fore in M lumen diminutum, vt ante dictum eſt, carens nimirum vnico radio à centro Solis G prodeunte, ergo & ſequitur non fore vmbram in M. Ergo vt vitetur hoc abſurdum, dicendum eſt vmbram cadere in H & lineam radio & vmbra conſtantem, eſſe vnam rectam vt G A H.

Corollarium.

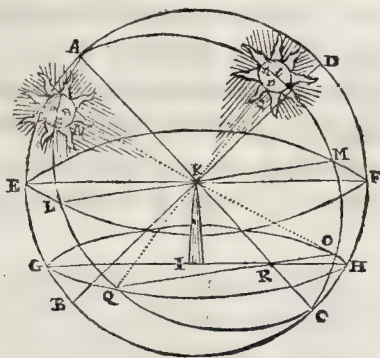
HInc fit lineam, radio, & vmbra, ab opaco gnomone generata, conſtantem, eſſe in plano eiuſdem circuli maximi in quo eſt Sol, nam ſit circulus quilibet maximus E K F L, & Sol in eius quocumque puncto G verſetur; radiumque per apicem ſtyli A emittat; & inde vſque in H & I vmbram producat opacus apex: quoniam igitur apex ſtyli A intelligitur centro Sphæræ conuenire *per 12 huius*: erit & centrum circuli E K F L. centrum enim Sphæræ, eſt commune centrum omnium circulorum in ea maximorum; vt demonſtrant Aſtronomi. Et quia linea recta ab aliquo peripheriæ puncto per cẽtrum producta, tota eſt in plano eiuſdem circuli (alioqui enim *contra* 1, 11 *Elem.* pars lineæ rectæ eſſet in ſubiecto plano, & pars in ſublimi) ſequitur rectam G A I eſſe in plano circuli E K F L nempe tanquam eius diametrum. Igitur in gnomonicis iſtis linea radio vmbroſa eſt in plano circuli maximi in quo eſt ſol.

Pro-

Propositio XIIII.

Solis in Aequatore existentis, motu diurno, radius ex vna parte; vmbra autem ex altera opposita, circa verticem Gnomonis, seclusa refractione, describunt planam eiusdem Aequatoris superficiem.

SIt circulus Meridianus A B C D; Horizon E L F M; gnomon I K plano horizontali G Q H O insistens; axis mundi B D; Æquinoctialis L A M C; quem Sol supponatur, ita percurrere; vt diurno duodecim horarum tempore nullam acquirat declinationem, licet enim Solis centrum,



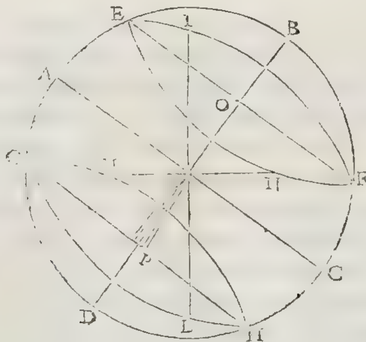
in circulo æquinoctiali, non nisi per instans, maneat; sed statim, vt ad illum peruenit, transcurrens ab illo recedat; eum tamen recessum, in præsens non attendo, supponens Æquinoctij die, Solem ita moueri; quasi ab Æquatore, centrum illius non recedat; vt reuera parum admodum recedit. Hoc posito, dico radium à centro Solis exeuntem, motu diurno, à puncto ortus vt L, vsque ad oppositum occasus punctum M; describere dimidiati Æquatoris superficiem planam L M A: simulque ex opposito vmbram à vertice gnomonis K procreatam, ab M occasus puncto vsque ad ortiuum L, describere reliquam medietatem planæ superficiei Æquatoris M L C. Quia enim per præcedentem linea radio-vmbrosa est vna linea recta; quæ per Corollarium eiusdem est in plano circuli maximi, in quo est Sol; inceditque per eius centrum: si Sol in Æquatoris puncto ortiuo L existat; radiumque emittat ex L vsque in K; vmbra perueniet in eiusdem Æquatoris punctum occiduum M, deinde si radius intelligatur moueri ab L K in N K; vmbra simul intelligetur ex opposito moueri ab M K in O K: & ita si radius in A K fuerit, vmbra quoque ex opposito in C K erit; & sic de reliquis; ita vt quemadmodum puncta L, N, A, sunt puncta eleuatæ, supra

pra Horizontem, semicircumferentiæ Æquatoris; & linea radij L K, N K, & A K continuè mota, si post se vestigium relinquere intelligatur, motu in M deducto, planam dimidiati Æquatoris superficiem radiosam describet L M A; sic etiam cum sint M, O, C puncta oppositæ, latentis sub Horizonte, semicircumferentiæ eiusdem Æquatoris; linea vmbræ M K, O K, C K, continuè mota, si post se, ipsa quoque sui vestigium relinquere intelligatur, motu ex M in L vsque perducto, describet pariter, dimidiati Æquatoris, vmbrosam superficiem planam M L C. Ergo Solis, in Æquatore existentis, motu diurno radius ex vna parte &c. quod fuit &c.

Propositio XV.

Solis, extra Aequatorem, in aliquo eius Parallelo existentis radius ex vna parte; vmbra verò ex altera opposita, motu diurno circa Æquatoris axem, geminas circa eundem, seclusa refractione, describunt oppositas conicas superficies, ad verticem Gnomonis coniunctas, quarum proinde communis vertex in vertice Gnomonis est; & alterius quidem basis est Parallelus in quo est Sol; alterius autem, Parallelus oppositus.

SIt circulus, quicunque maximus per mundi polos incedens A B C D; eiusque cõmunis cum Æquatore sectio A C; sit etiam mundi quidem axis B D, centrum verò; siue gnomonis vertex K; percurrat autẽ Sol inte-



gro motu diurno Tropicum Cancri E I F N. Dico à radio interim continuè per Tropicum, vna sui ex parte circumlato; ex altera autem vertici K immobiliter hærente, describi superficiem conicam cuius basis sit E I F N, vertex autem K; & simul à linea vmbrosa cum prædicto radio semper in directum coniuncta, pariterque per Tropicum Capricorni qui sit H L G M, vna

G M, vna ſui parte circumlata, & altera immobiliter eidem vertici K hærente, deſcribi ſuperficiem conicam, cuius vertex ſit idem K; baſis autem H L G M. Si enim à centro K in E, communem Tropici & Meridiani ſectionem, recta linea K E, intelligatur ducta; fiet triangulum rectangulum K O E, quo circa immotum axem K O continuè moto, punctum E deſcribet circulum Tropici E I F N: latus verò rectum K E, ſimul cum altero latere E O *per definitionem* 16. 11. *Elemen.* deſcribet conum, cuius baſis erit idem Tropicus E I F N. Lineam autem K E circumduci cum toto triangulo K O E; & circumduci, modo antea dicto, radium, Sole percurrente Tropicum, in idem recidit. Ergo Sole percurrente Tropicum, radius producit ſuperficiem conicam cuius axis eſt K O B, videlicet axis mundi; baſis verò eſt Tropicus ipſe E I F N; & vertex idem eſt, qui vertex Gnomonis, videlicet centrum mundi K. Præterea, quia vmbra ſimul cum radio lineam vnam rectam efficit *per* 13 *huius*; quando radius erit verbi gratia in K I, aut in K N; vmbra quoque ex oppoſito erit in K L, aut K M, & ad motum radij circumducetur, ac proinde pariter circa axem mundi deſcribet conum, cuius baſis erit Tropicus Capricorni H L G M; vertex autem K, centrum ſcilicet mundi, & vertex ſtyli: ſicut ſi triangulum rectangulum K P H (intelligatur recta ducta K H) circa immotum latus K P integrè volueretur. Hinc autem patet prædictos conos verticem quidem habere communem in K, & axes in Æquatoris axe B D; baſes autem hinc inde in ambobus oppoſitis Tropicis. Quod idem pari ratione dicendum eſt de quibuſlibet alijs parallelis Æquatoris. Ergo Solis in aliquo parallelo, extra Æquatorem, exiſtentis radius &c. Quod fuit propoſitum.



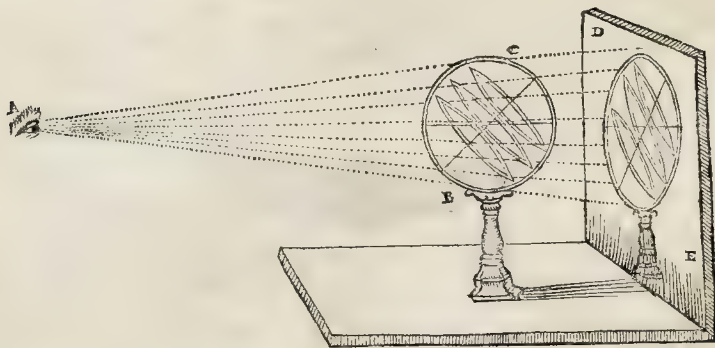
Pro-

Propoſitio XVI.

Variæ circulorum Sphæræ proiectiones eſſe poſſunt. ſola Gnomonica ad rem noſtram pertinet.

HOrologium quodcumque Solare, eſt quædam Sphæræ, ac circulorum eius proiectio in vnam aliquam ſiue planam, ſiue alterius cuiuſuis generis ſuperficiem; cùm igitur inſtituti noſtri ſit Horographiæ vniuerſæ Theoreticæ ſimul, & Practicæ regulas tradere; poſtulat ipſa inſtituti ratio: vt aliqua de proiectionibus Sphæræ, neceſſaria præmittamus: Omiſſis autem proiectionibus in concauas, aut conuexas, atque etiam in mixtas aut quomodolibet irregulares ſuperficies: de proiectionibus in planas ſolùm agam, tum quia communiores illæ ſunt, tum quia ad demonſtrationem Geometricam commodiores; tum etiam quia quæ de illis dixero, alijs à quouis ingenioſo facilè poterunt accommodari: imo quia de illis poſtmodum etiam acturus ſum.

At verò proiectionem Sphæræ in planum, hic intelligimus ordinatam quandam, & aptam delineationem circulorum Sphæræ, ſecundum eorum ſectiones in plano, diligenter inuentas, & debitis locis conuenienter aſſignatas. Vt autem ratio vocabuli intelligatur, ſupponendum eſt, huiuſmodi delineationem fieri arte & induſtria Optices, radium ſuum directum intendentis, per ſingula puncta circulorum Sphæræ; in planum vltra ipſam Sphæram, vel ſaltem vltra centrum illius collocatum: quod quidem, poteſt hoc modo declarari.

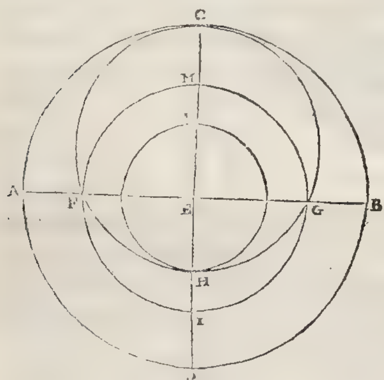


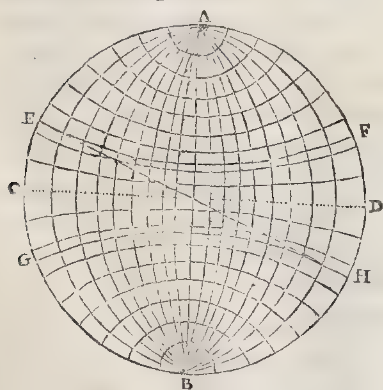
Cogita oculum conſtitutum in A intueri Sphæram B C, & fixo obtutu radios opticos (in ſimilitudinem ſolarium fulgentes) per omnia & ſingula puncta circulorum tranſmittere in planum D E; ita vt ſinguli radij, ſingulorum, per quæ tranſeunt, punctorum vmbram in id planum conijciat

ſtatim

statim verò intelliges fore vt totius Sphæræ, in eo plano vmbra quædam, & circuli ipsi vmbratili ductu delineati appareant, eo ordine & situ quibus occurrerunt oculo intuentis ex puncto A; quasi singula puncta circulorum secundùm radios illos, sub quibus inuenta fuere, motu quodam optico fluxerint; donec in planum DE impingerent; & sic in eo fixa manerent. Hanc ergo circulorum Sphæræ, in plano delineandorum rationem, vocamus Circulorum Sphæræ proiectionem in planum. De quo genere delinationis plurima habet Aguillonius *Opticorum l. 6.*

Potest verò ea proiectio, multipliciter fieri; prout è diuersis partibus, vel punctis, siue extra Sphæram, siue in ipsa Sphæra constitutis, per reliqua puncta, radius dirigetur. Nam 1. si ab vno puncto, verbi gratia, polo Antarctico per Arcticum, & per reliqua omnia & singula puncta circulorum, idem radius protendatur in planum Æquatori parallelum, & collocatum vltra totam Sphæram; describet commune Astrolabium quod Ptolemæo plurimi, aliqui tamen Mesahalaco, alij autem Labo cuidam tribuunt, quod à Stophlerino, alijsque non paucis explicatum, à Clauio autem demonstratum circumfertur. Si sit polus Arcticus E, & ex Antarctico oculus circulos Sphæræ contuens, radios emittat in planum Æquatori parallelum, ipsumque Æquatorem in eo depingat vt FIGM, tropicum Cancri depinget vt HL, Capricorni autem vt à ACBD; & Eclipticam vt FHGC, & ita de reliquis circulis. Qui in hoc astrolabio aut lineas rectas si per mundi polos incedant; aut si non incedant, circulos circulorumue portiones efficiunt.

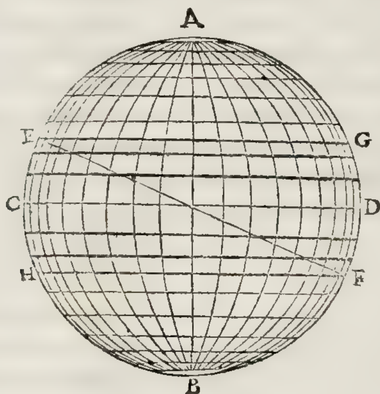




2. Si radius à puncto Arietis, in Horizonte orti uoexistentis, per oppositum punctum Libræ & per reliqua omnia Sphæræ puncta, quæ sunt in tota circũferentia Meridiani, vt ACBD, & in semicircumferentijs aliorum circulorum constitutis ad partes occiduas, vltra Meridianum, dirigatur in planum ipsi Meridiano parallelum; depinget Gemmæ Frisij Astrolabum catholicum, cuius demonstrationes tradidit egregio opere Guid. Vbaldus. In quo si linea æquinoctialis ponatur CD; tropici erunt EF, GH, & linea ecliptica erit EH; & circulũ horæ 6 à merid. ac me-

dia nocte referet recta A B, eruntque A & B duo poli mundi per quos cum meridiano A C B D transeunt reliqui horarij ad Æquatorem C D recti qui omnes sicut & ipsius Æquatoris paralleli, sunt veri circulorum arcus.

3. Si crebri à parte Orientis, siue Occidentis, perinde est, velut ex infinita distantia per singula puncta circulorum Sphæræ, emittantur radij inuicem paralleli, & ad Meridianum recti; delineabunt Planisphærium Ioannis de Royas; cum in planum Meridiano parallelum inciderint; huius



etiam demonstrationes tradit Guid. Vbaldus. Et in hoc si Æquatorem referat recta C D, tropicos referent rectæ E G, H F: axis mundi & simul linea horæ 6 à merid. & med. nocte erit recta A B, Meridianus est A C B D circulus, reliqui horarij ad Æquatorem recti, & per A & B incedentes desinunt in ellipses, sicut paralleli Æquatoris in lineas rectas.

4. Ad rem nostram, si è singulis Sphæræ, siue circulorum punctis, per centrum commune radius extendatur; donec occurrat plano alicui, ita collocato; vt & datam certam obseruet distantiam à centro: & dato cuiuis in Sphæra circulo maximo parallelum sit; describet in eo plano horologium, siue Æquinoctiale, siue Horizontale &c. prout planum illud Æquatori, vel Horizonti parallelum fuerit. Huiusmodi autem proiectionem vocamus proiectionem Gnomonicam, quasi Gnomone dirigente factam; fit enim, vt dictum est, radijs emissis per centrum Sphæræ, in quo *per 12 huius* Gnomonis apex consistere intelligitur. Huius proiecturæ Schema tradetur *prop. 21.*

Pro-

Propoſitio XVII.

Triplex diſtinguitur circuliſque ſuis inſtruitur Sphæra propter triplex Horographiæ Gnomonicæ genus.

HAud dubium, quin alicui, prima fronte, mirum videatur; quam ob cauſam nos, & vnde triplicem hanc, quam inducimus Sphæram, rem hactenus inauditam, confinxerimus: ſed hanc nouitatem, neceſſariò exigunt noua horologiorum genera duo; quorum pariter, & horologij communis, theorias tradere intendimus: cum enim neque horologium Catoptricum, nequæ Dioptricum Sphæræ communi vllatenus conformentur, (vt ex ſtatim dicendis intelligetur) neceſſe fuit præter Sphæram communem; quæ cõmunibus horologijs deſeruit, Sphæras alias duas excogitare; ex quarum ſitu, & ordine circulorum, horologij Catoptrici, & Dioptrici theorias explicemus. Tres igitur in genere Sphæras conſtituimus, propter triplicem Horographiæ theoriam explicandam. Et quidem prima eſt illa eadem Sphæra, quam communiter proponunt Aſtronomi, tanquam Sphæræ cœleſtis, & circulorum eius compendium; eamque nos diſtinctionis gratia vocabimus Sphæram Veram; reliquas verò, vtpotè ex reflexione, & refractione radiorum reſultantes, ambas quidem communi nomine Apparentes dicemus; proprio verò nomine, eam quæ ex reflexione, Catoptricam, & eam quæ ex refractione conſtat, Dioptricam nominabimus. Nunc de ſingulis dicamus.

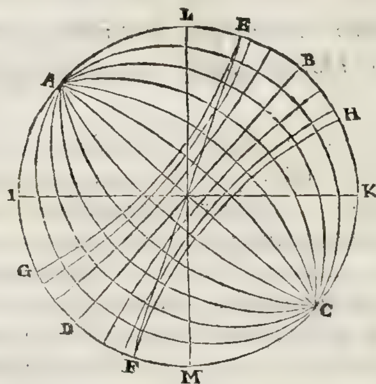
Sphæram Veram, in theoria communis horologij Optico-Gnomonici, ſupponimus inſtructam eſſe tot, & talibus, atque inuicem ita diſpoſitis circulis, vt Sphæram cæleſtem, & omnes, quos in ea communiter Aſtronomi diſtingunt, circulos, ſecundùm eorum ſitum naturalem, ac verum imitetur.

1 Contineat ergo hæc Sphæra Æquatorem in primis, ac Tropicos Cancri, & Capricorni; nec non alios, hinc & inde, parallelos Leonis ac Virginis, & Tauri, ac Geminorum, nec non Scorpionis, & Sagittarij; pro arcubus eorundem in horologio deſcribendis.

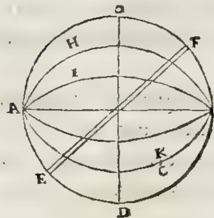
2 Habeat etiam obliquum Zodiaci ſeu Eclipticæ circulum, pro Signis Aſcendentibus, in horologio deſcribendum, ſecundùm eos varios ſitus, quos in Cœlo reſpectu noſtri huius hemiſphærij habet, dum duodecim Signorum initia, vel eorundem quilibet alij propoſiti gradus oriuntur: vt ſuis locis dicetur.

3 Præterea circulos horarios (quorum vnus eſt meridianus) duodecim, qui per vtrumque polum incedentes, Æquatorem ac parallelos eius omnes, in partes 24 æquales diuidant, pro horis 24 Aſtronomicis, à Meridie vel media nocte computandis.

Hæc ſimul Schemate vno expreſſa cernuntur, in quo recta D B Æquatorem refert : E G, H F Tropicos : arcus autem inter eos medij, reliquorum



Signorum Parallelos ; & recta E F, Eclipticam, cuius varios ſitus duodecim pro lineis Signorum Aſcēdentium concipere licet, ſi concipiatur moueri circa Æquatoris axem A C motu diurno. Per polos A & C circa diametrum A C, incedunt circuli maximi duodecim ad Æquatorem (qui circa diametrum D B intelligi debet) recti ; pro horis 24. Aſtronomicis.

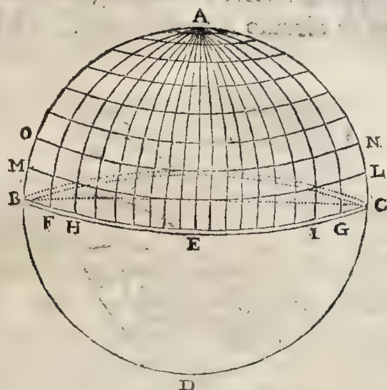


4 Habeat ſex circulos maximos, quorum duo ſint Horizon, & Meridianus, in quorum etiam communibus ſectionibus, reliqui ſe interſecent, ac per tricenos Verticalis primarij ; vel Æquatoris gradus tranſeant ; pro Domicilijs cœleſtibus. A C B D ſit Meridianus, A B Horizon ſeu communis eius cum Meridiano ſectio : reliqui circuli A H B G, A I B K (qui debent intelligi duplices, cum duobus iam dictis) ſecundùm diuerſas ſententias, vt *libro* 3. *prop.* 71. dicetur ; diuidunt in 12. partes Verticalem circulum (quem refert recta C D) vel Æquatorem quem recta E F repræſentat ; & ita totam Sphæram in Domos cæleſtes duodecim diuidunt.

5 Habeat circulos maximos quos vocant Verticales, qui ad Horizontem recti ſunt, & per eius polos, Zenith videlicet, & Nadir incedunt : eos autem ſic explicare licet in ſchemate quod habetur initio ſequent. pag. Si A B D C ponatur circulus Meridianus & B E C Horizon ; erit A, Zenith, D autem Nadir ; & ſemicirculi F A G, H A I &c. per Zenith A incedentes, erunt ſemicircumferentiæ Verticalium ſupra Horizontem.

6 Habeat parallelos Horizontis ſeu, vt vocant, Almucantarath, qui per gradus Verticalium, vſque in Zenith, circumducuntur. Tales ſunt in eodem ſequenti ſchemate, circuli arcubus L M, N O, ac cæteris vſque ad

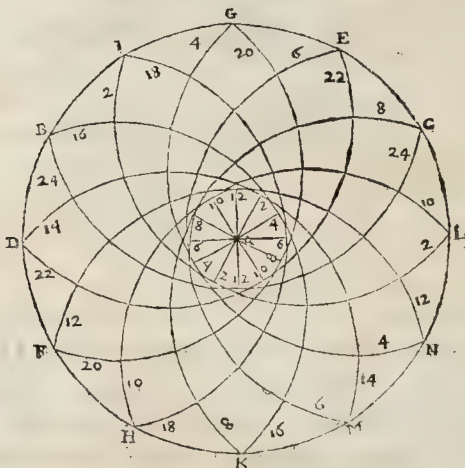
ad Zenith A ducti per Meridianum A B C D, cæterosque Verticales. Eorum



autem centra sunt in axe ipsis, & Horizonti communi A D.

7 Habeat pro horis ab ortu & occasu, 24. circulos maximos, quorum vnus est Horizon; qui quidem circuli maximi, ita disponantur; vt per quindenos gradus Æquatoris transeant; duos autem parallelos (quorum vnus est omnium semper apparentium maximus, & alter omnium nunquam apparentium maximus) tangant in 24 punctis, in quibus ijdem paralleli secantur à duodecim horarijs Astronomicis. Hos circulos 24 facilè concipiemus, si vice ipsorum cogitemus Horizontem, Sphæra ad motum Solis diurnum circumducta, simul delatum; ac in locis 24 per æqualia totidem horaria spatia distinctis repositum. Vel etiam si cogitemus Horizontes 24 quibus eadem eleuatio poli, seu Latitudo; diuersa tamen Longitudo conueniat, diuersa inquam Longitudo; sed æquali ad singulos differentia graduum 15: quatenus singulorum huiusmodi Horizontum Meridiani (idest horarij Astronomici illos orthogonaliter secantes in punctis quibus ipsi, vt dictum est, duos illos parallelos tangunt) distant ab inuicem interuallo 15 graduum, videlicet vnius horæ Æquinoctialis. Conceptus enim hic vterque conformis est naturæ rei, siquidem circuli horarum ab ortu & ab occasu distinctores, omnino non differunt vel ab vno Horizonte ad 24 loca, vt dictum est, successiue promoto, vel à 24 Horizontibus per eadem dicta loca in Sphæra dispositis. Ad faciliorem huius rei captum si ponatur polus Arcticus A & Horizon B 12 C (iuxta modum proiectionis Astrolabij Ptolemæi *prop. præcedente*) lineolæ rectæ 12 A 12, 2 A 2, 4 A 4, &c. erunt lineæ horarum Astronom. circulus autem, qui ex A centro, intelligitur descriptus, & dictas lineolas horarias terminans, erit parallelus omnium semper apparentium maximus; quem in puncto 12 tangit prædictus B 12 C Horizon, idemque circulus horæ 24, tum ab ortu ex parte 12 B; tum ab occasu ex parte C 12. Similiter circulus I 2 L tangens prædictum parallelum in 2 (communi scilicet puncto præ-

dicti paralleli, & lineæ horæ 2 à med. noct.) diſtinguet ex parte 2 I, horam 2 ab ortu; & ex oppoſita parte L 2 diſtinguet horam 2 ab occaſu. Et ita de alijs: qui omnes in circulo Æquinoctiali D G L K ſe interſecant in



punctis, per quæ etiam incederent ſupradictæ Aſtronomicæ horariæ ſi producerentur; vt 12 A 12 hinc inde producta, ſupra Horizontem quidem incederet per G punctum Æquatoris & circulorum G 8 F, ac G 4 N; quorũ. Ille ex parte G 8, horam ab occaſu 20; & ex parte 8 F ſimiliter 20 ab ortu; iſte autem 4 ab ortu terminat ex parte G 4; ſicut 4; ab occaſu ex parte 4 N, & ita de alijs.

Aduerte autem me in hoc ſchemate duodecim tantum circulos horarios (ſeu ipſorum arcus) deſcripſiſſe, & vnum in quolibet duarum horarum ſpatio inter ſingulos omiſſe, dedita opera, ne multitudine linearum, confuſa nimis redderetur figura. Alioqui autem, quod de iſtis 12 expreſſis dicitur; de alijs intermedijs omiſſis, dici debet ſeruata proportione.

8 Poteſt etiam quilibet cogitare circulos duodecim maximos, quorum vnus ſit Meridianus, & alter ſit Horizon; qui arcus diurnos omnes, in partes 12; & nocturnos, in totidem diuidant pro horis Antiquis. Licet enim circuli reuera eſſe non poſſint, qui diurnos arcus omnes, ſimiliterque nocturnos omnes ſeorſim, in partes duodecim æquales diuidant; vt demonſtrat Clauius *in Aſtrolab. lib. 1. lemm.* 39: tamen vt more aliorum Horographorum, horas iſtas Inæquales, lineis rectis in plano diſtinguam, circulos in Sphæra ſuppono, quorum in horologij plano ſectiones, lineæ rectæ eſſe poſſint. *libro autem tertio prop.* 68 modum indicabo, quo huiuſmodi horarum ſpatia æqualia pro quolibet die fieri debeant; ſi quis eam æqualitatem optauerit.

9 Paral-

9 Parallelos regionum, atque etiam arcus diurnos, nisi cum parallelis signorum iam num. 1. appositis identificentur, necesse erit in hac Sphæra reponere, similiterque Meridianos regionum, nisi etiam hi cum aliquo duodecim circulorum horariorum à meridie, & à med. nocte, conueniant.

Circulorum omnium istorum, in vnam Sphæram adunatorum, non potest confici figura vna; propter nimiam eorum multitudinem, quæ non posset in exiguo schemate non parere confusionem; attamen facilè intelligentur ex figuris, quas de singulis seorsim dedimus, & sic tandem Sphæram Veram instruximus.

Sphæra Catoptrica, circulos omnino eosdem continet; sed non eodem situ, neque eodem ordine dispositos: nam speculum in centro Sphæræ collocatum, siue radius ab ipso reflexus, vera loca circulorum, vel omnium simul, vel saltem aliquorum, apparenter immutat: vnde & circuli ipsi apparenter vel inuertuntur, vel etiam aliò transferuntur, & alio ordine collocantur; sicque apparentem Catoptricam Sphæram componunt. Nos Sphæras huiusmodi plurimas schemate proprio illustrabimus. *libro.* 3. Cæterum huius Sphæræ species tot sunt, quot sunt specula specie diuersa; vt plana, Cylindrica &c. Et quot possunt esse diuersi horum speculorum situs, in eodem centro: Sed quia in huiusmodi reflexionibus, præcipuus vsus est speculi plani; ideo principaliter ex diuerso speculi plani situ, diuersas specie Sphæras Catoptricas dicemus, hoc ritu; vt nimirum circulus in Sphæra maximus, cui speculum parallelum fuerit; toti sphæræ nomen tribuat: Exempli causa, Æquinoctialis circulus cum ei æquidistabit speculum, denominabit Sphæram Catoptricam Æquinoctialem: ita Horizon Horizontalem; Meridianus Meridianam; circulus Polaris, Polarem; Verticalis Verticalem; & ita de reliquis.

Sphæra Dioptrica similiter eosdem omnes circulos continet; quos duæ iam explicatæ; sed ordine, ac situ omnino diuersis; nam radius, dum ex vno diaphano in aliud diuersæ densitatis, vel raritatis, cadens, in centro Sphæræ frangitur; circulos à proprijs, ac veris locis ad alia apparenter detorquet: atque ita ex ijs, tali vel tali modo dispositis, excitat Sphæram Apparentem Dioptricam, de qua nos 4. *libro* figuris proprijs adhibitis: vbi etiam *definitione* 4. dicemus quot, & quæ species eius statui possint.

Cæterum de vtriusque huius Apparentis Sphæræ constructione intentionali, raptim & in genere aliqua dicemus *propositione sequenti* sed ex professo & in particulari *libro* 3. *&* 4. tanquam in proprijs locis.

Pro-

Propositio. XVIII.

Vtriusque Apparentis Sphæræ; sicut & Veræ proiectio Gnomonica radijs directis fieri intelligitur.

QVandoquidem circuli, in Apparentibus, æquè ac in Veris naturalibus Sphæræ locis, considerari, & velut conspici possunt; atque exinde in planum deduci; id est, obseruatis accuratè, riteque inuentis eorum; & ipsius plani sectionibus delineari: idcirco Sphæræ non tantum Veræ; sed etiam vtriusque Apparentis (de quibus supra) Gnomonicam proiectionem hic magis in particulari explicandam suscipio; quantum scilicet necesse est ad pulcherrimam totius horographiæ Theoriam declarandum, & leges tradendas, in praxi tum fidelissimas, tum expeditissimas.

Equidem in Apparentibus Sphæris, Catoptrica nimirum, & Dioptrica, secundùm se consideratis, reperitur genus quoddam proiectionis; quatenus circuli è proprijs, ac veris locis (quæ scilicet in Vera Sphæra naturaliter obtinent) opera Catoptrices vel Dioptrices, radijs à centro reflexis, aut refractis, translati aliò conijciuntur, ad loca videlicet Apparentia; in quibus ita collocati, atque inuicem ordine quodam, ac situ secundùm varias apparentiarum rationes, & modos connexi, Sphæram Apparentem Catoptricam, vel Dioptricam constituunt. Sed quamuis hoc genus proiectionis, mirum in modum, instituto meo deseruiat; vt iam constat ex *prop.* 17. de triplici Sphæra; & magis constabit ex dicendis 3 & 4 *libro*: non tamen illud est, quod nunc præcipuè inquiro: hæc enim est proiectio Sphæræ in Sphæram; vel potius translatio circulorum Sphæræ, à locis Veris ad loca apparentiarum, intra ipsam Sphæram Sphærico modo. Ego autem hic ago de Gnomonica Sphæræ, tam vtriusque Apparentis, tum Veræ proiectione in planum; quam dico pariter pro omnibus Sphæris, radijs directis fieri: quasi dicerem, Catoptrices quidem, ac Dioptrices opificium esse vtramque Apparentem Sphæram; sed ad Opticem pertinere tres æquè Sphæras, radijs suis directis in planum traducere. Licet enim reuera vnica sit & non duplex proiectio, qua Solis radius reflexus, refractusue, circulos intentionali ductu efformat, & locis Apparentibus Sphæræ Catoptricæ, vel Dioptricæ disponit: simulque eorundem vt sic apparenter collocatorum occursus, & sectiones in plano, quod obuium habet, depingit: Attamen, vt rem captui Tyronis magis accommodem; prius formatam; & quasi subsistentem Sphæram Catoptricam (idem de Dioptrica, seruata proportione) ob oculos constituo; ac deinde radijs, per eiusdem in

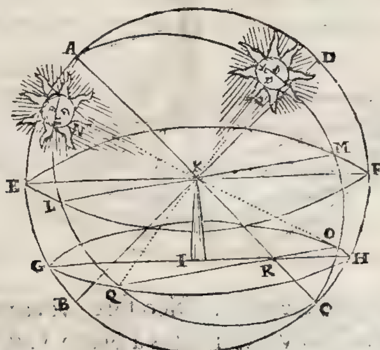
statu

ſtatu vt dixi apparenti conſideratæ, centrum conuenienter emiſſis vt in communi horographia fit, ipſam in horologij planum deduco. In quo negotio, vt perſpicuum eſt duæ quaſi exercentur proiectiones; quarum prima Sphæram Veram radijs à centro reflexis (refractiſue) in Apparentem vertit: altera autem Sphæram vtramque Apparentem, ſicut & Veram, radijs per centrum eductis, in horologij planum transfert. Quia verò in hac ſecunda proiectione, nulla amplius ratio habetur reflexionis aut refractionis; neque ſpeculum reflectens attenditur, ſicut neque diuerſum diaphanum refringens; idcirco eadem ſecunda proiectio lineis opticis adeoque directis perficitur quarto videlicet modo *prop.* 16. explicato.

Propoſitio XIX.

Maximus quilibet in Sphæra circulus, ſi Gnomonica proiectione in planam horologij ſuperficiem deducatur, rectam in ea lineam efficiet.

REpetatur cum tota diſpoſitione figura Propoſitionis 14. & ſit planum Horizonti ſubiectum G Q H O in quod Æquatoris arcus diurnus L A M, vel eius data portio N A P, Gnomonicè proijcienda ſit. Dico arcum



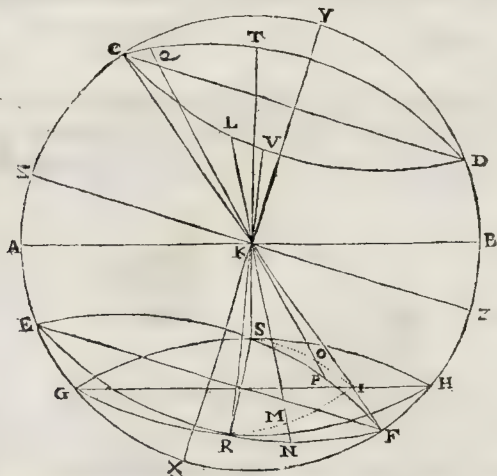
N A P, ſi (linea recta vt Radio vmbroſa, per verticem Gnomonis K educta) in prædictum planum proijciatur, efficere lineam rectã vt O R Q. Quia enim prædicta linea radio-vmbroſa continuè moueri intelligitur ab N K O in A K C; & inde in P K Q; quando in N K O eſt, planum horologij ferit in O; & quando eſt in A K C, idem planum ferit in R; ac tandem cùm in P K Q peruenit, illud ferit in Q: & quia dicta linea ita continuè mota ſuperficiem planam Æquatoris deſcribere intelligitur *per eandem* 14. non aliter ſecat planum horologij G Q H O, quam illud ſecaret ſuperficies plana

na eiuſdem Æquatoris; & quia communis duorum planorum ſectio eſt *per* 3.11 *Element.* linea recta; erit linea O R Q recta. Idem autem dicendum eſt, ſicut de Æquatore; ita de quolibet alio circulo maximo. Igitur maximus quilibet in Sphæra circulus &c. quod fuit &c.

Propoſitio. X X.

Circulus quiuis, in Sphæra, non maximus, ſi Gnomonica proiectione in planam horologij ſuperficiem deducatur, curuam in ea lineam efficiet.

INtelligatur circulus aliquis maximus cuius axis Y X vt Æquator circa diametrum Z K Z, & in exemplum ſumatur parallelus eius C T D V Tropicus, in planum G R H S Horizonti, qui per A K B incedat, æqui-



diſtans, Gnomonicè proijciendus. Dico fore, vt ea proiectione dictus parallelus, vel eius arcus T C V (qui ſolus à plano G R H S excipi poteſt) deſinat in lineam curuam. Sit enim E R F S, ipſi C T D V oppoſitus, & æqualis parallelus: ſit etiam Meridanus circulus Y A X B ſecans vtrumque in punctis diametraliter oppoſitis C & F; & faciens cum plano G R H S ſectionem communem G H rectam; Sole autem percurrente paralellum C T D V, linea radio-vmbroſa, vel alia recta eius vicem ſupplens vt C K F intelligatur ita moueri, vt vertici quidem K ſemper cohærens ſecundùm medium ſui punctum; ſecundùm verò extremum F, per circulum E R F S, delata ſecet in tranſitu planum G R H S; verbi gratia cùm in C K F extiterit; ſecet dictum planum in I: & quando in L K N venerit; illud

illud ſecet in M : & in O ſecet ; quando in QKP fuerit : adeoque in R, ac in S ſecet ; cùm fuerit in VKR, atque in TKS : denique integro motu faciat ſectionem RMIOS. Et quia *per 15 huius* linea radio-vmbroſa eo motu deſcribit, circa axem YKX, duos conos ; radioſum cuius baſis eſt CTDV, & vmbroſum cuius baſis eſt ERFS : ſequitur ſectionem RMIOS eſſe conicam ; atque adeo *per doctrinam conic. Apoll.* curuam. Cum itaque idem dicendum ſit de quolibet alio circulo non maximo ſimiliter proijciendo ; ſequitur &c. vt fuit propoſitum.

Cæterum hic modò non quæro, an ſectio conica RMIOS, Hyperbole ſit, an Parabole, vel Ellipſis, aut Circulus : id enim ad præſentis Theoriæ intellectum non admodum neceſſarium eſt : tamen vt aliquid dicam in propoſito exemplo ſectio RMIOS eſt Ellipſis ex demonſtratis *à Clauio prop.7. 1. Gnom.* quia planum ſectum GRHS, parallelum eſt horizonti qui per AKB incedens ex hypotheſi non æquidiſtat baſi ERFS, neque illam tangit, aut ſecat.

Propoſitio XXI.

Gnomonicam in planum, Sphæræ proiectionem explicare.

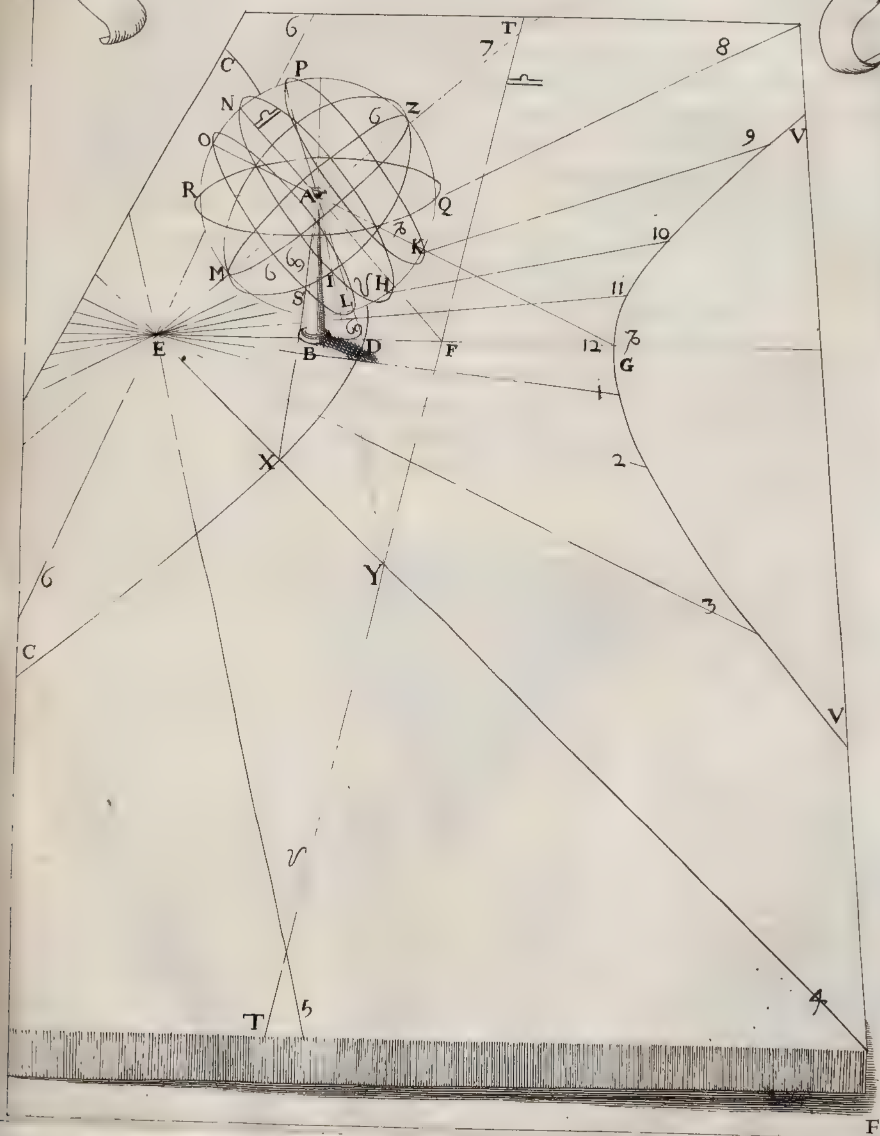
DIxi iam ante quid hæc ſit proiectio, & cur ita vocetur, & quo genere linearum fiat : nunc quomodo fieri intelligatur, dicendum eſt ; quod quidem, nec breuiùs, nec clariùs fieri poteſt ; quam ipſum eius modum practicè exprimendo. Sphæram autem Veram ſuppono in exemplum : ſed quæ de huius proiectura, dicta fuerint ; nullo negotio applicari poſſunt Apparentium proiecturis ; dummodo priùs hæ ipſæ Sphæræ iuxta proprios modos, intentionali ſaltem operatione mentis, vt ſuperiùs dictum eſt, excitatæ, vel (ſi cui magis ita placuerit) opere fabrili, reipſa extructæ fuerint. Proponatur igitur planum aliquod, in quo deſcribendæ ſint lineæ, quæ circulos propoſitæ Sphæræ, ita repræſentent ; vt tranſcurſu radij, vel vmbræ, periodos motus Solis percurrentis ſimiles circulos Sphæræ mundanæ, demonſtrare certò poſſint. Et ſupponatur huiuſmodi planum parallelum, verbi gratia, Horizonti. Erigatur deinde gnomon BA ad angulos rectos cum ipſo plano ; & Sphæra ſuis inſtructa circulis (vt dictum eſt *Propoſ. 17.*) ita coaptetur vt centrum eius cum vertice gnomonis, in idem punctum A conueniat ; & Horizon RQ parallelus ſit Horizonti loci, atque adeo ipſi plano propoſito : polus verò Arcticus Z ſupra Horizontem RQ tot gradibus attollatur, quot poſtulat Latitudo loci ; verbi gratia, hic Romæ, 42 ferè : & Meridianus ZHMN, ſit in plano Meridiani Romani.

Collocata iam Sphæra in debito ſitu, concipe Solem, ſiue (quod in idem recidit) oculũ percurrere ſingulos Sphæræ circulos, & radios per centrum eius, vſque in ſubiectum planum dirigere ; vel certè (meliore ſeu longè commo-

modiore hypotheſi,) concipe oculum in Sphæræ centro A, radioſque ſucceſſiuè mittentem per ſingula puncta circumferentiæ circulorũ, qua parte ſubiectum planum reſpiciunt, ſic enim fiet,vt ſingula illa puncta,& conſequẽter integræ portiones circulorum, motu quodam optico fluant, quaſi à vertice ſtyli in planum;in eoque diſponantur,ſiue in lineam rectam, ſiue in lineam curuam; prout natura, ſituſque circulorum poſtulauerit: verbi gratia, radio per puncta Meridiani directo, punctum poli Antarctici M fluet in E; & punctum H Æquinoctiale, fluet in F; & punctum L, Tropico Cancri, & Meridiano commune, fluet in D; & punctum K, commune etiam Meridiano & Tropico Capricorni, fluet in G: Atque hoc modo fluentibus cæteris Meridiani punctis inter M & K contentis, integra eius portio M L H K fluet in lineam rectam E D F G, quæ in plano repræſentabit dictam portionem Meridiani; vel potiùs alteram ei oppoſitam ſuperiorem, videlicet Z P N O: & varijs, ſuo tempore, vmbris ab ſtyli vertice A decidentibus, demonſtrabit loca varia determinata, quæ, ſuo tempore, Sol in ea Meridiani parte ſuperiore habiturus eſt. Nam primò punctum F, vmbra in illud cadente, oſtendes locum Solis in N, hoc eſt in communi ſectione Æquatoris & Meridiani; quia radius A H eſt dimidiatus totius N A H, & in hac proiectione vices illius gerit: quapropter punctum F, in plano, refert punctum N in Meridiano. Deinde punctum D, vmbra ſimiliter in illud cadente, oſtendet locum Solis in Cancro, ſimul & in Meridiano, videlicet in P; quia A L eſt dimidiatus totius P A L, & vicem illius gerit; ac proinde, punctum D non tam ex L, quam ex P fluit. 3. Punctum G, vmbra quoque in ipſum cadente, oſtendet locum Solis in O, hoc eſt in Capricorno, & Meridiano ſimul; quia radius A K æquiualenter procedit à puncto O,in quo Tropicus Capricorni Meridianum ſecat; ac proinde Sole exiſtẽte in O, vmbra ex A per K cadit in G;& ita de alijs punctis Meridiani.

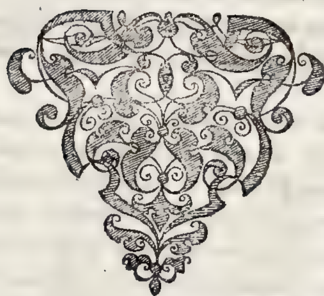
Quod autem de Meridiano dictum eſt pari ratione dici debet de reliquis horarijs; imo de omnibus omnino circulis Sphæræ, qui prout oculus ad eos ſubinde aciem flectet; fluent ſinguli motu optico in planum; & ſibi, proportione quadam, conuenientes lineas in eo formabunt, velut ſui ipſorum vicarias, à quibus repræſententur. Ego ad vitandam linearum in Schematæ confuſam multitudinem,ſolum horæ 4 à merid. atque 8 à med. Nocte circulum, ad exemplum, expreſſi; omiſſis reliquis ſimilibus horarijs, præter circulum horæ 6.dictus itaque circulus horæ 4,&c. M S I Z fluit in rectam E X Y 4: nam radio emiſſo per punctum ipſi & Tropico Cancri commune S, fluit ipſum S in X; quod conſequenter eſt ſimul horæ 4, & Cancri punctum. Similiter radio emiſſo per I punctum eidem horario circulo, & Æquinoctiali commune; ipſum I fluit in Y: adeoque punctũ Y in plano horologij eſt ſimul punctum Æquinoctialis & lineæ horæ 4 à Merid. & ita de alijs eiuſdem circulis punctis. Ita circulus horæ 1 à merid. licet hic non expreſſus, format lineam E 1: circulus verò horæ ſecundæ, lineam rectam E 2; circulus horæ tertiæ rectam E 3; & ita de alijs ſecun-

Optico-gnomonica Sphaerae in planum proiectura



ſecundùm debita earum interualla, tam in parte ortiua, quam in Occidua. Quod autem huiuſmodi lineæ horariæ inuicem concurrunt ad punctum E; ideo eſt, quia circuli horarij in Sphæra, concurrunt ad polum mũdi; quem, vt dictum eſt, refert punctum E in plano; eadem ratione format circulus Æquinoctialis N I H, lineam T F T rectam, ſicut & circuli horarij rectas, *per 19 huius.* Tropici verò lineas hinc C D X C, inde V G V curuas *per præcedentem.*

Quòd ſi quis moræ impatiens, ægrè ferat ſucceſſiuas illas, & tam multiplices oculi conuerſiones ad tot, & tam varios, hinc inde circulos; rem totã vnico ictu oculi perficiet; ſi ipſum ſplendenti luce micantem veluti Solem ſupponat: tunc enim effuſa à centro lux, concauum circulorum Sphæræ, ac ſuperficiem ſubiecti plani perfundet; ipſis autem circulis traiectum eius impedientibus, ſtatim in plano apparebunt eorũ vmbræ, ſeu ipſimet vmbratili colore delineati, tali loco, ſitu, ordine, magnitudine, figura interuallo, & alijs ſimilibus requiſitis; vt perfectè, & in omnibus reſpondeant ipſiſmet circulis, in Sphæra contentis. Atque hoc modo per proiectionem Gnomonicam Sphæra Vera, (aliæque pari ratione) in planum deducitur, quod explicare fuit propoſitum.



DE RADII SOLARIS EX AETHERE IN AEREM INCIDENTIS *REFRACTIONIBVS,*

Præfertim quantùm ad res Gnomonicas attinet, Tractatus.

PRAEFATIO.



QVEMADMODVM propoſ. 12. oſtendi Gnomonis à terræ centro diſtantiam Horographiæ Gnomonicæ non officere ſenſibiliter; ita nunc diligentiùs exquirendum eſſe duxi, quantum, & quanti faciendum malum, eidem afferat refractio radij Solaris, ex æthere in aerem incidentis; & an huic malo poſſit remedium aliquod parari. Equidem iam ſuperiùs aliquid dixi de contemnendis in opere Gnomonico refractionibus lucis in aere; & vt mihi videtur, ex vno, aut altero verbo in fine propoſ. 4. ſatis conſtat, non ſolùm infiniti laboris, ſed etiam vani conatus rem eſſe, deſignandis Gnomonicè horarijs, alijſque ſimilibus Sphæræ circulis, dictarum refractionum differentias obſeruare velle,

Quia tamen aliquibus omnino placet, eas neutiquam eſſe negligendas in obſeruatione horarum, vt Mario Bettino; qui octauo ſuo Apiario putat ſe regulas certiſſimas adinueniſſe, quibus linea Meridiana emendatè à refractionibus deſignetur: quod perinde dici poteſt de omnibus circulorum Verticalium lineis; quod & conſequenter trahere fortè quis vellet ad circulos Almucantarath, atque ad reliquos omnes. Placuit etiam mihi, id quod prop. illa 4. agens de horarum Aequalium inæqualitate, paucis perſtrinxi, hic pluribus edicere; & ſi fieri poteſt oſtendere in iſtis (quorum euidenter maxima eſt incertitudo) non oportere nimiùm eſſe religioſum; & cautiones adhibendas non eſſe niſi cautè. Cæterùm licet hac de re commodè agam in iſto libro, in quo hypotheſes ad totam in vniuerſum Horographiam Gnomonicam pertinentes explicare propoſui: tamen definitiones, aliaque ex Dioptricis ſupponenda, ac Tyronibus priùs inſinuanda, tradam lib. 4. commodiùs; cùm ibi ex profeſſo acturus ſim de Horographia Dioptrico-gnomonica.

Solùm hic præmitto, ab hac terræ conuexa ſuperficie, vſque ad concauam Lunaris orbis, aut (vt nunc omnino veriſimilius eſt) vſque ad Solem, ac ſu-

prema etiam ſidera, latè expandi ſubſtantiam quandam tenuem, fluidam, luci è ſuperis ad nos diffuſæ, facilè peruiam, eamque ſolùm ætheream atque aeream; nam igneam non ſatis probant Peripateticorum argumenta. Ambigi verò poteſt an ætherem inter ac aerem, ſit aliquod ſubſtantiale ſpecificum diſcrimen, ratione formæ; propter quam huic denſitas, illi tenuitas, & conſequenter, ſua cuique Sphæra debeatur; ſicuti aquæ, ſub aere, propriam Sphæram competere cernimus; ſed ego eius rei nullam hactenus vidi ſufficientem demonſtrationem, è contrà verò facilè mihi perſuadeo aerem ab æthere non ſpecificam habere differentiam, velut elementi ab elemento: ſed ſolùm accidentaliter differre tanquam minùs purum à puriſſimo; ſicut cænoſa aqua differt à limpida.

Vnde per modum definitionis, Aerem voco dictæ ſubſtantiæ partem ad mixto aqueo halitu concretam: Aetherem verò, reliquam puriſſimam. Non autem hic loquor de eius generis halitibus, qui ita ſunt craſſi, vt ſint etiam opaci; hi enim traiectum lucis impediunt: vt ſunt nubes, nebulæ, fumus, exhalationes &c. huiuſmodi; ſed de alijs; qui licet aliquando ſint denſiores fumo & nubibus (vt ex eo patet quòd cùm nubes, & fumus altiora petant; neceſſariò leuiores ſunt aere, & conſequenter rariores) tamen ſunt perſpicui; vnde etiam eatenus fugiunt viſum: quamuis non ſint ita perſpicui; vt perſpicuitatem æthereàm adæquent; nam multiplicati poſſunt infuſcare, ſicut aqua in magna ipſius profunditate, & ſimiliter Cryſtallus.

Propoſitio X XII.

Refertur, & explicatur difficultas, quam aduerſus explicatam ſuperiùs Horographiæ Theoriam, facere videtur refractio radij Solaris, ex æthere in aerem, incidentis.

SI ex diaphano rariori, vt aere, in dentius diaphanum, putà aquam, radius cadat; occurſu medij denſioris, à rectitudine lineæ detorquetur; & quaſi frangitur in puncto incidentiæ: quæ ratio eſt; cur baculus media ſui parte, aquæ immerſus, & reliqua media extans, fractus appareat; quod videlicet imago eius viſibilis, per lineam, eo modo fractam, ſiue incuruatam, ad oculum perueniat; ſimili igitur modo, dum lux è Superioris ætheris puriſſimi regione, in inferioris huius regionis craſſiorem aerem cadit; quia non eſt par vtriuſque medij denſitas; neceſſe eſt vt lux aliquam refractionem, ex ea inæqualitate patiatur; & conſequenter, vt radius ita fractus in aliquod determinatum horologij punctum cadat, in quod minimè cecidiſſet irrefractus.

Sit in exemplum circuli cuiuſdam circa centrum D in Sphæra maximi ad Horizontem recti circumferentia A C B, faciens in terræ quidem ſuperficie ſectionem E G F; in ſuperficie verò aeris conuexa vtrique concentrica, ſectionem O M P. Sit deinde horologij planum H K, Horizonti per diametrum A B incedenti æquidiſtans, ac terræ ſuperficiem contingens, atque in eo erecti ſtyli vertex ſit L. Luceat verò Sol in aliquo dictæ A C B circumferentiæ puncto Q; & inde per L, recta ducatur Q L K, ſecans K H in K. Nunc certum quidem eſt *per 13. huius*, fore vt ſolaris radius, ex Q per

per L incedens cadat in horologij punctum K; poſito quod totum medium Diaphanum inter Q & K contentum homogeneum ſit ſecundùm denſitatem. Sed quia denſior eſt aer, conuexa terræ ſuperficie E G F, & ætheris concaua O M P, interceptus; ipſe verò æther, ab eadem (nunc ſumpta vt conuexa) aeris ſuperficie O M P, ſurſum vſque ad Lunæ concauum, vel etiã vſque ad Solem diffuſus, rarior eſt; idcirco radius, dum ex æthere in aerem, ſub incidentiæ puncto, verbi gratia N, penetrat; non ſinitur priorem cœpti tramitis lineam rectam Q N L K proſequi: Sed in N, frangitur, ſeu incuruatur; & ad perpendicularem, quæ eſt D N S detorquetur; ac propterea ex N fluit in dicti plani punctum, verbi gratia, G diuerſum ab ipſo K, & conſequenter non tranſit per L; vnde & ſequitur radium hunc prorſus eſſe inutilem; quod quidem attinet ad rem Gnomonicam: alius verò eſt ex eodem puncto Q, vtpote in orbem radiante, procedens; qui non ſanè rectus, ſed fractus, per Gnomonem L tranſiens, cadat in horologium: talis verbi gratia eſt radius Q M circumferentiam aeream O M P, non in N, ſed ſupra N ſecans vt in M; qui quidem, ſi etiam intra aerem ſub M in directùm propagaretur, tenderet verſus T, & ita neque per ſtyli verticem incederet, neque conſequenter horologio deſeruiret: ſed occurſu denſioris medij aerei, in puncto incidentiæ M, frangitur ad perpendicularem D M C; & ex eodem M, per L fluit, in aliquod horologij punctum, vt I, diuerſum ab ipſo K.

Hinc autem ſubnaſcitur ſcrupulus; nam euidens eſt angulum H I L, maiorem eſſe angulo H K L; ſiue quod idem eſt, angulum H I M, angulo H K N: & conſequenter maiorem Solis eleuationem indicari à radio refractè cadente in I, quàm à radio rectà cadente in K indicetur; nam ſuppoſititius radius rectus K N Q, indicat Solem eleuatum arcu B Q; refractus verò I M Q, indicat eleuatum arcu B R: ſiquidem recta ex I per L, & M producta Verticalem A C B ſecat ſupra Q, vt in R: & ideo licet Sol in Q exiſtat; tamen hoc radio refracto I M Q, apparet in R; quaſi radius, per quem cernitur, eſſet directus R M I.

Vnde patet circuli A C B punctum Q minimè repræſentari in plano à puncto horologij I; ſed verò repræſentari ab eiuſdem puncto K: ſi verum eſt quod *prop.* 11. dictum eſt, nimirum radios opticos (id eſt rectos) ſolarium radiorum vicem ſupplere; quando è varijs circulorum peripheriæ punctis, per ſtyli verticem ducti, circulos ipſos in plano depingunt. De facto tamen punctum I in plano H K refert punctum Q: nam de facto, ex Q per verticem ſtyli L radius cadit in I, nimirum refractionem paſſus in M.

Quod idem dicendum eſt de alijs omnibus radijs; eos ſcilicet non niſi refractè in horologium peruenire: vt vel maximè conſtat, Sole exiſtente prope Horizontem. Nam ſecundùm Tychonicas refractionum tabulas, quando centrum Solis eſt in B puncto Horizontis A D B, per terræ centrum tranſeuntis; apparet eleuatum 34 minutis, vt in Y. Igitur quando

eſt

eſt in X, videlicet totidẽ ferè minutis ſub B; apparet nihilominus in B; id eſt ſub Horizonte exiſtens, apparet in Horizonte; vnde & dies ſunt reuera maiores, quàm forent ſeclusis refractionibus; & conſequenter in noſtro Gnomonico negotio radij optici, ſeu recti non probè ſupplere poſſunt vicem radiorum ſolarium, ſed tantum id poſſunt dioptrici, id eſt refracti; quemadmodum ipſi Solis radij refracti ſunt: qua propter non directis, ſed refractis radijs contra id dictum *prop.* 11. vtendum erit in legitima Horographia Gnomonica: atque adeo in opere Gnomonico minimè contemnendæ ſunt refractiones, quas in aere lux patitur; contrà quàm *propoſ. etiam* 4. dictum fuerat: ſed pro quibuſcunque horologijs, talis quædam priùs erigenda eſt Sphæra in aere Dioptrica, qualem nos *prop.* 18. volumus erigi pro horologijs Dioptricis.

Hæc eſt propoſita difficultas, ad quam, vt decet, diluendam ſequentes fient propoſitiones; quæ non tantum Horographiæ huic noſtræ; ſed etiam rebus alijs Aſtronomicis non parum vtiles eſſe poterunt.

Propoſitio. XXIII.

Denſitatem aeri accedere, acceſſu vaporum denſiorum eorundem verò receſſu decedere, cæteris paribus.

QVia iuxta definitionem aeris *datam ſuprà in præfatione*; quò purior eſt aer, eò magis de æthere, & minùs de vaporibus participat; ac è contrà; ſequitur puriorem aerem plus habere de ſubtilitate, ac raritate ætheris, & minùs de denſitate vaporis; ac è contra. Vapores enim dum ſe ſe per ætherem, huc illuc ſparſi, inſinuant; ſui ipſorum diffuſione, cum illo imbibuntur; & eatenus cum illo componunt veluti mixtum quoddam, ipſo quidem æthere denſius, vaporibus autem minùs denſum. Quod cùm ita ſit; ſequitur denſioribus vaporibus, denſiorem effici aerem; tenuioribus autem tenuiorem: ſeu quod idem eſt, acceſſu vaporum denſiorum, denſitatem aeri accedere; ac eorundem receſſu decedere; ſi cætera, quæ ad raritatem, vel denſitatem conferunt, ſint paria.

Et quamuis non concederetur ſuprà allata aeris definitio; negari tamen minimè poteſt, vapores quoſlibet de nouo excitatos, aeri (quidquid ſit aer) de nouo permiſceri: cùm autem illi ſint aere denſiores, (vt apud omnes in confeſſo eſſe exiſtimo) neceſſe eſt ex ambobus ſimul mixtis conflari aliquid aere denſius, vaporibus minùs denſum: ſicut ex vino rariori, & aqua denſiori commixtis conſtat aliquod tertium aqua rarius, vino denſius. Igitur quomodocunque ſumatur aer, ſiue pro corpore ex æthere, ac vaporibus concreto; ſiue pro corpore ſimplici, ſubſtantiam ab æthere omnino diuerſam habente; verum eſt aeri denſitatem accedere, acceſſu vaporum denſiorum. &c. vt fuit propoſitum.

Pro-

Propoſitio XXIV.

Aerem ſub remiſſo gradu frigoris, interdum eſſe denſiorem, & ſub intenſo minùs denſum.

PAradoxum hoc alicui fortè videbitur, cùm in Thermoſcopio nihil euidentiùs cernamus, quàm calore aerem rareſcere, ideoque ampliora ſpatia occupare, ſubſidente aqua, eique locum præbente: ac ibidem etiam (ſuccedente poſt calorem frigore) cernamus aſcendentem in tubulo aquam; (vide huius inſtrumenti deſcriptionem inferiùs *prop. 37*) quod fieri nequit, niſi aere ab ijſdem ſpatijs recedente, atque adeo patiente condenſationem ob frigus. Attamen verum etiam eſt vt propoſui aerem aliquando denſiorem eſſe,& ſimul minùs frigidum; ac è contrà frigidiorem, & ſimul minùs denſum; quod ſic oſtendi poteſt.

Tunc aer, cæteris paribus, denſior eſt, cùm ad aqueam humiditatem propiùs accedit, & tunc denſiſſimus eſt,cum in proximo eſt vt in aqueum humorem, ſiue in aquam reſoluatur: nam non poteſt ea humiditas, abſque ſibi proportionata denſitate conſiſtere; eſt autem ſine dubio aqua aere denſior. At verò aerem interdum, ſub gradu frigoris remiſſo, plurimum habere aqueæ humiditatis; & ſub intenſo è contrà parum aut nihil; conſtat euidenti experientia, eaque ſatis frequenti: perſæpe enim accidit, vt poſt frigidiores Boreæ flatus, aura ſpiret ab Auſtro tepidula; tunc verò experimur aerem facilè in aquam cogi, & (vt cauſam probet effectus) omnia aquæ modo latè humectare hinc enim fit vt ſaxa; parietes, aliaque ſimilia frigida, & minùs poroſa large velut ſudare cernantur: & cancellis feneſtralibus inducta papyrus, priùs ad Boream, tympani modo diſtenta, langueſcat, ac remittatur: nec non vt lignea quæque in ædibus, veluti Ianuæ, Arcæ, & ſimilia arida,plurimo ſe ſe per poros inſinuante aere humidiore imbuta turgeſcant. Quibus, & ſimilibus euidenter conſtat, aerem tunc proximè accedere, ad aqueam humiditatem, & conſequenter, vt dictum eſt, maximam habere denſitatem. At ſine dubio tunc etiam remiſſius eſt in aere frigus, quàm paulò ante foret; dum frigido ſpirante Borea, madidi panni aeri libero expoſiti ſiccabantur; etiam nube obtectis, adeoque nihil conferentibus ſolaribus radijs. Ergo tunc aer, ſub remiſſo gradu frigoris denſior eſt; priùs autem ſub intenſo minùs erat denſus.

Cæterùm non nego aerem, aliquando calore attenuari, ac rareſcere; frigore autem addenſari: vt cernitur in Thermoſcopio: ſed ſolùm dico ipſummet aerem aliquando etiam eſſe minùs frigidum, & ſimul denſiorem alıàs autem è contrà frigidiorem eſſe, ſimulque minùs denſum. Quæcunque enim ſint effectuum ita contrariorum cauſæ (quas hic, ne prolixior fiam, non diſcutio) id in hac infima parte, aeris reuera contingere, euidenter

denter (meo quidem iudicio) probat allata experientia ; in parte autem suprema , ac media, idem contingere, à pari saltem probare licet ob eandem aeris in vtraque parte naturam.

Neque extra rem fore puto ; si aliam addidero experientiam , omnibus notam ; qua id ipsum , quod proposui , comprobari posse videatur argumento ducto ab aqua ad aerem : vt nimirum concedatur posse aeri conuenire densitatem maiorem sub remissiori gradu frigoris , & sub intensiori maiorem; si verum est hoc ipsum in aqua contingere . Nam aer quidem, *per præcedentem* , à vaporibus densioribus densitatem maiorem recipit &c. vapores autem ab aqua vnde originem ducunt, non differunt substantialiter. Quare si de aqua constet plus ei frigoris inesse aliquando sub densitate minori , & aliàs sub maiori minùs ; idem proportione constabit de vapore , & consequenter de aere vapido : sic autem se habet id probans experientia .

Brumali tempore , dum omnia frigoribus rigent , durata gelu aqua supersertur alteri liquidæ , & quidem secum aliàs prorsus homogeneæ ; vt necesse est fateri , saltem quando congelatione facta non sub dio , sed intus in cubiculo , & vase perbene occlusis , ac impedientibus ingressum exteriorum tum vaporum , tum exhalationum , vel aliorum huiusmodi corporum ; aqua sic congelata alteri ex eodem fonte haustæ imponitur : vnde ita formatur argumentum . Quia ex demonstratis ab Archim. *lib. de ijs quæ vehuntur in aqua,* aqua congelata innatans liquidæ , est minùs grauis,quàm sit liquida ipsi secundùm molem æqualis : sequitur esse simul eadem minùs densam : siquidem (vt discurrenti per omnia tum grauia , tum leuia patebit) quantitas magna materiæ sub parua mole grauitatem ; & è contrà quantitas parua materiæ sub magna mole leuitatem habet semper annexam .

Eandem minorem aquæ congelatæ densitatem cum ipsius probata leuitate iunctam , ostendunt vasa vitrea ob aquam intus congelatam diffracta, non (quemadmodum vulgi aliàs opinio fuit) metu vacui ; sed verò fugiendæ penetrationis ergo : vt euidens fit pluribus experientijs , præsertim verò ista ; quam quidem ego nondum facere potui ; sed ab alijs debitè factam fuisse audiui . Si tubus aliquis æreus , vt bellici tormenti , ore in sublime verso, aqua oppleatur , immisso desuper embolo , qui aquam intus contentam tangat , vel etiam premat (non enim , vt certissimis experimentis constat, eam premendo densabit , quantacunque vi premat) ita vt lateribus etiam tubi perfectè congruat, ne vel aliquid aquæ exire , vel aliquid aeris , siue alterius fluidi corporis subingredi possit . Deinde si eo modo sinatur acerrimo Boreæ expositus tubus ad certissimam congelationem : inuenietur embolus non profundiùs sub os tubi depressus; sed è contrà altiùs elatus , vtpote coactus recedere , & recessu concedere locum aquæ congelatæ postulanti maiorem , quam priùs postularet liquida .

Cùm itaque congelata iam aqua , nulla substantiæ parte auctior, maiorem

rem quam priùs molem habeat, habet etiam neceſſariò minorem denſitatem: vt conſtat ex definitione denſi, ac rari: denſum enim eſt quod ſub parua molis quantitate plurimùm habet ſubſtantiæ, ſeu, vt vocant, materiæ: rarum autem è contrà quod ſub magna molis quantitate parum habet materiæ. Quia verò dubium non eſt intenſius eſſe frigus in aqua congelata, quàm ſit in liquida, cui ſuperfertur (cùm conſtet experientia ſuperferri etiam multò minùs frigidæ) euidens eſt eſſe interdum in aqua minùs frigida maiorem, & minorem in frigidiori denſitatem. Ex aqua autem, vt iam dixi, argumentum fit ad vapores, & ex his ad aerem vapidum.

Quod dixi de aquæ congelatæ raritate(ſeu minori denſitate,quod idem eſt) video à quibuſdam minùs recipi dicentibus totale quidem aquæ congelatæ corpus ad maiores ſecundùm molem dimenſiones extendi (vt conuincit tum fluitatio, tum embolus recedens &c. vt ſuprà) ſed verò ſingulas aquæ partes non ita extendi: quia nempe maiuſculi multi apparent in aqua congelata pori, ſeu potiùs cauitates,velut in pumice. Cauitates autem illas putant repleri aere, qui priùs in partes minutiſſimas, & prorſus inſenſibiles diuiſus, atque huc illuc ſparſus, aquæ fluidæ immiſcebatur: adueniente autem frigore, & poros aquæ conſtringente, diffugere coactus, ac pluribus velut in vnum agmen glomeratis particulis, vires ſuas colligens, per antiperiſtaſim, intendat innatum calorem, & raritatem ex eo conſequentem augeat: atque ita rarefactus, in illis maiuſculis cauitatibus, quamuis numero paucioribus, locum occupet ampliorem, quàm priùs occuparet in omnibus ſimul porulis, quamuis numero multò pluribus. Et hinc euenire aiunt vt integra moles ex aqua congelata, & aere intra cauitates eius ſic rarefacto conſtans, maior ſit quàm foret priùs moles conſtans eadem aqua ſoluta, & eodem aere non ita rarefacto.

Attamen hæc reſponſio (quomodocunque ſe res habeat quoad poros illos maiuſculos,& cauitates pumiceas) ſupponit primò aerem eſſe natura calidum, vt poſſit per antiperiſtaſim calorem natiuum intendere: quod longe plurimi non ſine multa ratione Peripateticis negant: atque ita apud illos non valet ea reſponſio. Secundò ſupponit reſponſio aerem in illis cauitatibus ita rarefactum retinere toto tempore congelationis, intenſionem ſui caloris initio productam, vt ita cum calore raritatem retineat. Sed, vt puto, non facile illi probabunt calorem tantuli aeris, acerrimo ingentis gelidæ molis frigore vndequaque cicrumdatum, & naturali eius contraria vi fortiſſimè, ac indeſinenter oppugnatum, poſſe inuictum permanere totis menſibus ſex;quot nonnunquam glacies perdurat in partibus Aquilonaribus. Igitur aut ipſi hac ratione victi concedent, non propter maiorem aeruli illius ſic incaleſcentis raritatem conuenire aquæ gelidæ molem maiorem: aut certè fatebuntur aerulum ipſum in ijs cauitatibus, frigore tandem victum, & calorem amittere, & vi reſtituendi in ſe caloris ſeu eius actu priuari; ita tamen, vt raritatem ex priſtino (ſed iam amiſſo) calore ortam retineat. Hoc autem ſi fateantur, fatentur clarè aerem ſub

remiſſo

remiſſo gradu frigoris interdum eſſe denſiorem, & ſub intenſo minùs denſum, vt fuit propoſitum.

Propoſitio. XXV.

Aeris denſitatem non eſſe conſtanter, & vbique, ac ſemper eandem, ſed frequentiſſimè, ac ſine certa lege variari.

PRæterquam quod non ſimilium ſemper vaporum, vel exhalationum admixtionem recipit æther; cùm illum aliquando graues, ac denſi, aliquando leues, ac tenues halitus occupent (ſi vel ipſis oculis habenda fides) inſuper experimur aerem nunc calidiorem, vt æſtate, nunc frigidiorem vt hyeme; aliàs vt Vere, & Autumno, media temperie tepidulum; & quidem tali, ac tanta diuerſitate, vt ne integro quidem vnius diei ſpatio, eadem inuariata fruamur aeris temperie; cùm potiùs mane frigeat, ferueat meridie, veſpere tepeſcat. Præterea diuerſis in locis, eodem etiam tempore, diuerſa eſt aeris temperies, prout ea loca ad Auſtrum, vel Septentrionem, plùs minùſue, accedunt: imò neque eandem habent omnia loca, ſub eodem parallelo conſtituta, vt experientia conſtat.

Denique eidem loco, ſimili recurrente anni tempeſtate, ſimili quoque recurrente die, ac etiam diei hora, diuerſæ prorſus accidunt aeri diſpoſitiones: quod quidem probatione non indiget; niſi quis contendat ſerenitatẽ, quæ Romæ Kalendis Aprilis fuit anno præterito; hoc etiam anno, & alijs omnibus deinceps, cum iiſdem reuocatis Kalendis pariter, atque neceſſariò reuocatum iri. Nam circa huiuſmodi aeris diſpoſitiones, aut diſpoſitionum vniformitatem, lex naturæ nulla eſt, quam imperturbatam eſſe ſinant venti, modò ab Aquilone, modò ab Auſtro &c. flantes; quibus nihil eſt inconſtantius: quia itaque cæteris licet paribus accidit aeri *per 23. prop.* denſitas non tantùm ſub frigore, ſed etiam ſub calore; atque adeò nunc ab Auſtro, nunc ab Aquilone &c. ſequitur diuerſis temporibus eodem loco, & diuerſis locis eodem tempore; quin etiam eodem loco, ac tempore, in varijs partibus ſpatij, quod quaſi per lineam rectam à quolibet puncto ſupremæ aeriæ ſuperficiei vſque ad imam ſuperficiem tenditur; diuerſos inæquales denſitatis gradus, ſine vlla certa lege aeri conuenire. Igitur aeris denſitas non eſt conſtanter, & vbique ac ſemper eadem ſed &c. Quod fuit &c.

Propositio XXVI.

Superficiem aeris conuexam, sphæricam esse, terreoque Orbi concentricam non satis constare.

AFfirmant quidem communiter autores refractionum, ac reponunt inter hypotheses aeream sphæram, terræ concentricam: sed ego eã non ita gratis concesserim; quinimo est cur negem: quare enim non potiùs in ellipsim conformata dicatur, velut sub Zona torrida elatior, ob abundantiam vaporum ardore Solis excitatorum: sub frigidis vero humilior, ob eosdem vapores à frigore dissipatos eo fere modo quo mediæ aeriæ regionis frigidæ conuexam superficiem, sub Æquinoctiali humiliorem, sub polis altiorem, vulgò dicunt illi, qui tres in aere regiones distinguunt. Non potest autem esse sphærica superficies, nisi æqualem vndique habeat distantiam ab aliquo, verbi gratia, terræ centro; neque potest esse terræ concentrica, nisi sit sphærica. Igitur superficiem aeris conuexam sphæricam esse &c. non satis constat. Quod fuit &c.

Hic fortè respondebitur librationem fieri omnium partium aeris vapidi; sicut fit partium aquæ; & ex ea libratione resultare, sicut in mari, ita in aere figuram sphæricam, etiam permissa inæqualitate caloris &c. sed ad librationem huiusmodi statuendam priùs necesse foret ostendere vapores, in toto aere circa terram, vbilibet excitatos, esse æqualiter graues: nam sine grauitatis æqualitate, in pari quantitate molis non potest stare libratio; aut si aliqua nihilominus est libratio; ea ita fiet, vt duæ partes aeris, graues, exempli gratia, singulæ vt vnum, librentur cum vna, quæ cæteris paribus, sit grauis vt duo; hoc autem modo duæ, cùm habeant maiorem extensionem quàm vna; intumescent supra illam; & sphæricam figuram, cum illa non constituent.

Propositio XXVII.

Superficiei aeriæ conuexæ sphæricam, siue ellipticam figuram non esse mathematicè perfectam.

Esto sit sphærica (hoc enim parum facit ad propositum) suprema conuexa aeris superficies, sicut aquæ, terræque: tamen non ideo concedendum est, eam esse ita regularem, & mathematicè perfectam; vt nullæ in ea particulæ, cæteris quodammodo altiùs intumescant; nullæ subsidant; sed omnes æqualiter à centro distent, remoto asperitatis vitio prorsus omni. Si enim mare quamuis nutu suo figuram sphæricam affectans; vt pote fluidum, & secundùm omnes partes homogeneum; atque adeo ad commune grauium centrum, æquali suarum partium grauitate æqualiter adnitens; tamen & æstu suo proprio efferuescit; & ventorum procellis, in ingentes fluctuum moles extollitur: quin etiam ad leniorem auræ flatum, vndante molliter æquore, simul inæqualiter fluctuat. Quanto magis noster hic aer, & ipse fluidus, imo longè quàm aqua mobilior; in quo, velut in propria regione, perpetuam luctam exercent venti, discurrunt vapores, exhalationes funduntur; superficiem habebit anfractuosam, inæqualem?

Certè neque vapores figuram, ex se ipsis, regularem determinatam vllam habent, vt in nubibus, alijsque similibus, seu aqueis, seu terreis halitibus crassioribus, cernere est. Neque aer seorsim à vaporibus consideratus talem aliquam sibi propriam sub æthere figuram habere potest, cùm vt paulò ante *in præfatione* dictum est, aer ab æthere non distinguatur nisi tanquam à purissimo minùs purum, minus, inquam, purum ob admixtionem vaporum.

Præterea certum est, nullam esse naturæ legem, qua vapores (quæcunque sint illorum causæ) vndique in toto terræ circuitu excitentur æqualiter tenues aut crassi; item æqualiter leues, aut graues; vel omni prorsus ratione homogenei, vt hoc supposito (aliàs enim non possent) totum circumfusum ætherem sphærico modo inuadere, & illi æqualiter per omnem, ac in omnem partem permisceri; atque etiam æqualiter à terræ centro eleuari debeant: itaut obseruatis æqualibus, ad acerrimam geometricam normam, terminis eleuationum perfectam vapidi aeris Sphæram, sub ethereæ Sphæræ concauo constituant.

Denique si quis forte putaret à frigore fieri posse, vt aer (quem etiam

natura

natura frigidum esse multò verisimilius est) perfectam in Spheram conglobetur; certum est frigus (quæcunque sint illius causæ) circa terræ superficiem, non ita æqualiter, & vniformiter posse in aerem diffundi, & circunquaque ita perfecto sphærico modo extendi; vt vndique in sui termino perfectum sphæricum frigidum orbem efformet. Nam nec frigoris causæ habent, in toto terræ ambitu (vt sat constat) vim ita æqualem, & licet haberent; plurima contraria (quæ per gyrum vbique esse æqualia nemo dixerit) obsisterent sine dubio sphericæ illi frigoris effusioni: quatenus ipsa suæ resistentiæ inæqualitate, non sinerent vim, quantumnis aliàs æqualem, agere æqualiter.

Quod de frigore dictum est, pari ratione dici etiam potest de calore.

Cum itaque nullæ aliæ sint assignabiles causæ; quæ sphæricam illam, siue ellipticam, aut aliam quamcunque, mathematicè perfectam figuram, aeri tribuere possint: & assignatæ à nobis sint causæ sufficientes, quæ illam asperent; ac imperfectam reddant: sequitur superficiei aeriæ conuexæ sphæricam; siue ellipticam figuram, non esse mathematicè perfectam. Quod fuit propositum.



Propoſitio XXVIII.

Superficiei aeriæ conuexæ figuram, quæcunque illa ſit, momentis fere ſingulis incerta lege mutari.

QVemadmodum in procelloſo mari fluctus; ac in feruente olla bullæ, aqueam rotunditatem non ſolùm corrumpunt; ſed etiam infinitis ſemper varijs configurationum modis, perpetua viciſſitudine, immutant: ſic aeriæ ſuperficiei figuram, quæcunque illa ſit, creberrimæ inuertunt vaporum, præſertim tenuiorum, ebullitiones, & ventorum flatus aſſidui; itaut impoſſibile ſit aerem ſua illa perfecta ſibi debita (ſi forte quouis modo, ex quauis nobis ignota cauſa, debita eſt) rotunditate ſiue alia regulari figura, vel vno horæ minutulo gaudere; quandiu ventorum agitationi, & vaporum inæquali admixtioni ſuberit; vt iam oſtenſum eſt ſubeſſe.

Præterea quia vapores à meridiano Sole vehementiùs excitantur, quàm à matutino vel ſerotino; ſequitur aeream ſub circulo meridiano ſuperficiem, cæteris paribus, elatiorem eſſe meridie; mane autem ac veſpere humiliorem quemadmodum ſub Zona torrida, *vt prop. 26.* dicebatur. Quia verò Sol, continuo motu, alijs atque alijs ſubinde locis meridianus fit; efficit etiam vt ijſdem locis ſubinde elatior à terra immineat aeris ſuperficies: at hoc poſito neceſſe eſt aeriæ molis figuram, reſpectu cuiuſlibet loci, continuè mutari, vtpote ad Solis motum continuè alteratam. Quia denique nulli geometricæ legi ventorum flatus, aut vaporum ebullitiones aſtringuntur, Sol verò excitans vapores, pro modo, & diſpoſitione ſubiecti, maiori vel minori copia eos excitat; Sequitur non ſolùm mutari aſſiduè figuram aeris, vt dictum eſt, ſed etiam ſine certa lege mutari. Quod fuit propoſitum.

Pro-

Propositio XXIX.

A multiformi, non regulari superficie diaphani refringentis, refractiones effici pariter multiformes; sed sine lege, & confusas.

IN omni simili superficie eiusdem diaphani, radij secundùm æquales angulos incidentes, secundùm æquales angulos refringuntur, & si maiores sunt anguli incidentiæ, maiores sunt anguli refractionum, & si minores, minores *per 50, 2, Vitell.* ex hoc autem necessariò sequitur à multiformi superficie, id est constante pluribus simul iunctis superficieculis, seu planis, seu sphæricis, conuexis, aut concauis, vel mixtilineis &c. diuersos pro diuersitate superficierum fieri angulos refractionum. Nam pro varia cuiuslibet superficieculæ dispositione, secundùm situm, vel figuram; necesse est varios esse angulos incidentiæ cæteris paribus; & consequenter varios etiam esse angulos refractionum: in Crystallis polioptris, ac Adamantibus, alijsque similibus angulatim cæsis, cernere est superficiem vnius diaphani multiformem; in qua nimirum plures sunt, diuersimodè inclinatæ, minutulæ superficies, quarum quælibet sibi propriam & conformem refractionem efficit.

Et quidem si omnes illæ superficies in vno diaphano, debito quodam ordine disponantur; cernimus eidem ordini, ac legi optimè respondere refractiones: cernimus enim ipsos refractos radios, aut in vnum perfectè coincidere, aut ad certa interualla dissipari &c. At verò quando illa multiformis, vnius diaphani, superficies minimè regularis est; itaut superficieculæ, quibus constat, nullam seruent propriæ figuræ, & situs, ac inclinationis certam legem; nulla esse tunc potest regula certa refractionum: quod etiam sequitur ex illa 50. *prop. Vitell.* cùm enim posita irregulari huiusmodi superficie, nulla esse possit incidentiarum regula (vt euidens est) nulla etiam potest esse regula refractionum. Erunt igitur confusæ tunc, & sine lege refractiones.

Certè verò (vt præter demonstrationis fidem, id ipsum aliqua experientia illustrem, in gratiam Tyronum) fenestralia vitra communiora, quæ videlicet nullum alium habent planæ figuræ, ac polsituræ modum, præter imperfectum illum, quem in fornace vitraria suscepere, visibilium simulacra ad oculum transmittunt distorta, contracta, gibbera, regibbera, denique omni genere deformia: neque huius rei alia causa est; quàm quòd vitra illa careant vniformi perfectè æquata superficie. Id etiam luculentiùs cernitur in Tubi Dioptrici lente crystallina, quæ quamuis splendidissimæ polituræ fulgore commendetur; nullam tamen vtilem radij visiui refractionem efficit, si superficies illi adsit crebris inæqualibus tuberculis, &

valleculis aſpera, vel minùs exquiſitè, ad optimam debitæ figuræ normam, conformata; vnde paucorum adeo diligentia ſu mma id aſſequuta eſt, vt perfectas omni ex parte lentes edat; cùm tamen nobile opificium non iam verſetur in rudibus vulgarium artificum; ſed in honeſtiſſimorum virorum ingenuis, ijſdemque ſolertiſſimis manibus ſerueat. Adeo verum eſt confuſas, & ſine lege, refractiones fieri à refringentis diaphani ſuperficie multiformi non regulari, quod erat propoſitum.

Propoſitio XXX.

Radiorum non ſolùm ex æthere in aerem; ſed etiam ex vna aeris parte in aliam eiuſdem partem incidentium refractiones ſæpiſſime fieri.

Toties videlicet fiunt huiuſmodi radiorum refractiones, quoties in aliquam denſiorem, aeris partem, ex alia eiuſdem minùs denſa parte, vel è contra incidunt: at ſæpiſſimè occurrunt aeriæ partes ita inæqualiter denſæ; tum ob variam inæqualem vaporum agglomerationem; tum ob inæquale frigus, vt ſatis conſtat *ex 25. huius*.

Præterea id ipſum experimento confirmare licet in hunc modum. Cùm in longinqua reſpicimus adhibito dioptrico Tubo præſertim eximio, ſæpiſſimè contingit vt ædificia, aliaque viſibilia remota, nobis appareant inceſſanter tremula; viſiuis nimirum radijs, ad nos vndatim vectis, ob inconſtantiam refractionum; quas in aere ijdem radij patiuntur, etiam ſub ſuprema conuexa aeris ſuperficie (quod maximè notari velim) inconſtantia verò hæc refractionum, non in aliam cauſam conijcienda eſt, quam in varios craſſiores vapores vagè ſparſos, & inæqualiter, atque interruptis voluminibus agglomeratos ſubſultim, ac identidem ſe ſe interponentes.

Et hoc experimentum quilibet facere poteſt, præſertim dum Sol clarius nitet; quamuis tunc aer, ad ſimplicem ſine Teleſcopio intuitum, puriſſimus appareat: cernet enim tunc viſibilia remotiſſima, vt dixi, inceſſanter tremere, imo & ipſos inæquales, quos dixi, vaporum globos ſatis facile diſcernet; qui alias fugiunt viſum; diſcernet inquam, & agnoſcet, eorum interpoſitu aliorum obiectorum vlteriùs longè poſitorum viſionem perturbari; itaut lineæ rectæ, tum quæ ad Horizontem perpendiculares ſunt: vt extremi parietum anguli, & feneſtrarum latera; tum quæ eidem Horizonti æquidiſtant, vt faſtigia tectorum, & ſuggrundulæ, continuis velut vndis contorqueri, & inflecti; adeoque titubare quodammodo, ac tremere ipſa ædificia videantur.

Hic verò trepidulus motus, non tantùm Sole clariùs nitente, ſed etiam latente ſub nubibus, imò nondum exorto conſpicitur; licet alioqui aer puriſſimus

rissimus appareat, vt paulò ante dixi, imò sereno tempore clariùs cernitur fortè quia tunc minus continui sunt, seu magis interrupti illi vapores ob paucitatem: nam non sereno tempore, cum magna est eorum copia, maiorem ad inuicem continuitatem habent, & sic vnam efficiunt simul omnes refractionem; non autem plures illas vndulatas.

Propositio XXXI.

In radij solaris ab aere facta refractione, superficiem refractionis non semper esse Verticalem.

SVperficies refractionis (in qua scilicet *per definit. 6. 4. huius* continentur lineæ incidentiæ, & refractionis) est necessariò perpendicularis ad superficiem refringentem *per 2 postulatum eiusdem*, Si itaque aeria superficies; quæ radios infringit; esset sphærica, mathematicè perfecta, & concentrica terræ: certissimè superficies refractionum (de quibus hic agitur) essent omnes ad terræ globosam superficiem, atque ad Horizontem rectæ; id est Verticales: sed primò superficiem illam aeris, sphæricam esse, ac terræ concentricam non immeritò in dubium vocat, *propositio nostra 26*: deinde eam *propositio 27*. demonstrat non esse mathematicè perfectam, cuiuscunque figuræ sit; sed esse asperam, & inæqualiter, ac irregulariter anfractuosam, similem superficiei maris, dum valido perflante Euro susque deque vertitur.

Quia verò ex demonstratis *propos. 29*, vitium superficiei refringentis, in ipsas ab eadem factas refractiones deriuatur, sequitur superficiem refractionis non esse Verticalem, si superficies aerea refringens, non sit perpendicularis ad circulum Verticalem, in quo cum radio tum incidente, tum refracto Sol versatur. At in superficie huiusmodi anfractuosa; impossibile est, vt Verticalis circulus, in quo est Sol, perpendiculariter secetur ab omnibus, ac singulis eiusdem anfractuosæ superficiei partibus, tum extuberantibus, tum dehiscentibus, tum complanatis. Igitur impossibile est, vt idem dictus Verticalis, sit superficies refractionis, respectu omnium refractionum, quæ fiunt ab illis, ita diuersimodè inclinatis superficiei aeriæ anfractuosæ partibus.

Cùm itaque naturaliter sit impossibile, vt stante aeris mobilitate, de qua *prop. 27, & 28*, non sit illi superficies inæqualis, anfractuosa, &c. Sequitur in radij solaris ab aere facta refractione, superficiem refractionis, non semper esse Verticalem; vt erat propositum.

Pro-

Propositio XXXII.

Solo radij refracti indicio non posse cognosci certò, in quo vere Sol versetur circulo Verticali.

QVia enim *per 31.* superficies refractionis non semper est Verticalis: contingere potest, vt Sol in aliquo Verticali circulo existat; in quo minimè existet radius refractus; qui semper existit in superficie refractionis: & hoc casu certum est, à radio refracto minimè indicari Verticalem Solis: quia verò incertum est, quando nam superficies refractionis sit Verticalis, & quando non sit: neque potest vi solius radij refracti cognosci planum circuli Verticalis, nisi eius in quo ipse est; sequitur radij refracti solius indicio non posse cognosci certò Verticalem circulum in quo verè Sol versatur. Quod fuit &c.

Propositio. XXXIII.

Posse contingere, vt posita eadem, vel æquali supra Horizontem eleuatione Solis, eodem vel diuersis diebus; eadem vel æqualis non sit radij ab aere refracti, per Gnomonis verticem, aut simile aliud obseruandi Instrumentum ducti inclinatio ad eundem Horizontem.

RAdij solaris refractè per Gnomonis verticem &c. emissi inclinatio ad Horizontem diuersa est, cæteris paribus; prout diuersus est angulus refractionis: nam prout maior, minorue est radij refracti inclinatio ad axem refractionis; maior, minorue necessariò est eiusdem inclinatio ad axem Horizontis: cùm hi axes se in centro terræ secent, & pariter ab eodem refracto radio secentur. Si itaque contingat diuersis temporibus, angulum refractionis diuersum, aut inæqualem esse; existente nihilominus eadem vel æquali Solis supra Horizontem eleuatione; euidens est fore, vt simul diuersa sit, vel inæqualis radij refracti per Gnomonem &c. emissi inclinatio ad Horizontem.

At posse ita contingere, constat primò quia *per 25 huius* adeo mutabilis est aerea densitas; vt tum eodem, tum diuersis diebus, diuersa esse facilè possit; etiam æquali posita Solis supra Horizontem eleuatione. Mutata autem solùm densitate diaphani refringentis, mutatur *per postulatum 3, 4 huius*, angulus refractionis. Ergo &c. Secundò idem constat; quia licet ad quamlibet datam similem, & æqualem Solis eleuationem supra Horizontem; æqualis semper foret densitas in aere: non tamen foret necessa-

riò

riò eadem figura : cum *per 27 & 28 huius* non ſemper eandem ſiue regularem, ſiue irregularem habeat aer configurationem. At cæteris paribus, poſita ſolùm diuerſa, in ſuperficie refringente, figura præſertim irregulari, diuerſus fit angulus tum incidentiæ, tum conſequenter refractionis.

Præterea licet poneretur tum denſitas, eadem tum figura ſimilis in aere; quoties eadem eſt vel æqualis ſupra Horizontem eleuatio Solis: non tamen neceſſario ſequitur, eſſe tunc ſimul eandem ſuperficiei aeriæ refringentis diſtantiam à terra; cùm (vt dicetur *prop. 38*) hæc diſtantia ſit ex varijs cauſis mutabilis. At cæteris paribus, prout ea diſtantia maior, minorue eſt, diuerſa eſt radij per Gnomonem &c. emiſſi inclinatio ad Horizontem; vt colligi poterit ex dicendis *prop. 39 & 40*. Igitur, ſicut fuit propoſitum, contingere poteſt, vt poſita eadem vel æquali &c.

Propoſitio XXXIV.

Solaris radij refractiones, quæ in aere fiunt, maximo perturbatas eſſe.

IN exemplo rem facile exponam; & mox faciliùs demonſtrabo. Certum eſt lucem ex aere in aquam incidentem refringi; ac pro modo, & quantitate anguli incidentiæ, conſtanter vniformes eſſe angulos refractionum *per 50,2 Vitell.* hoc tamen ſupponit ſtabilem eſſe, & inuariatam aqueæ ſuperficiei figuram. Nam ſi (vt accidit ad quemlibet auræ flatum) aqua vel tantulum fluctuet; cernimus illico tremulam, ad aquæ tremorem, Gnomonis vmbram, ſub aquis,huc illuc incertam agi: cuius rei non alia eſſe poteſt ratio; quam quia dum aquæ ſuperficies perflata varijs modis nunc intumeſcit, nunc ſubſidit; vel inclinatur modò in hanc modo in illam partem; mutatur hoc ipſo angulus incidentiæ; licet non mutetur Solis ſupra Horizontem eleuatio; mutato autem angulo incidentiæ, cæteris paribus, mutatur angulus refractionis. Et quia inconſtans eſt, ac minimè vniformis auræ flatus; inconſtans etiam eſt, ac minimè vniformis,non tantùm aquæ fluctuatio; ſed & lucis in aqua refractio; itaut radius refractus ad perpendicularem nunc magis accedat, nunc minus, nunc in hanc, nunc in illam partem vagus feratur; immutata tamen Solis, vt iam dixi, ſupra Horizontem eleuatione. Itaque vt ſunt in aqua, ſic in aere, ſi non ſint, concipi tamen poſſunt aliquæ refractiones; quæ ordinatè fiant conſtantes, & vniformes; aere nimirum ita tranquillo, vt omnino retineat inuariatam conuexitatis figuram, & denſitatem homogeneam pariter inuariatam.

Sed huiuſmodi vniformes refractiones, aſſiduè turbat incerta aſſidua immutatio, tum figuræ in ſuperficie conuexa, *per 28*, tum denſitatis in tota, quanta eſt, mole aerea *per 25*. quòd ampliùs confirmat certiſſimi

expe-

experimenti fides. Nam Solis non tantùm prope Horizontē, sed etiam multùm eleuati radius ſponte ſe ſe per tecti, vel (vt in templis cōtingit) per altiſſimæ cuiuſdam feneſtræ foraminulum inſinuans, ac in aduerſi longè diſsiti parietis, vel imi pauimenti ſuperficiem incidens, non conſtanti, & æquato, ſed quodammodo incerto, ac titubante motu trepidulus decurrit. Præterea eiuſdem Solis ſpecies expreſſior, Tubo Dioptrico immobiliter firmato, trans vtramque lentem, in ſubiectam immotam chartam emiſſa (vt fit in obſeruatione ſolarium Macularum) tremula etiam conſpicitur.

Cùm autem hæc apparens Solis trepidatio, nec in chartæ, vel Tubi, nec in foraminuli, vel parietis, ſeu pauimenti; & multò minùs in cœleſtis orbis Solem deferentis vitium refundi poſſit; neceſſe eſt refundi eam in incertas, & inconſtantes aeris diſpoſitiones; propter quas (vt etiam in re ſimili dicebam *propoſit.* 30.) fiat, vt radij ſolares, huc illuc, ob frequentiſſimam incertæ refractionis mutationem, vacillantibus, Sol ipſe continuè ſecundùm apparentiam titubare cernatur. Id verò non ſolùm in Sole deprehendi, ſed etiam in alijs planetis, vt Saturno, Ioue, Venere, Luna &c. cùm eos optimo, eoque firmato Teleſcopio obſeruarem.

Corollarium.

STante hactenus dicta aeris aſſidua mutabilitate ſecundùm inſtabiles configurationis modos, ac etiam ſecundùm incertos denſitatis minimè vniformis gradus; velle obſeruare, & ſub normam aliquam redigere refractiones radij ſolaris &c. quæ in aere fiunt: perinde eſt ac velle regulatè obſeruare, ſimulque metiri eiuſdem radij refractiones, quæ in maris turbida ſuperficie fiunt, dum aliter, atque aliter nunc flatu, nunc fluctu agitante, in incertum verſatur. Hoc verò ſi eſt impoſſibile; (vt puto ab omnibus iudicari) illud certè multò minùs poſſibile eſt.

Primò quia longè maiores excitantur in aere fluctus, quàm in mari; cùm ſit aer longè mobilior. Deinde quia in aere eſt inſuper mutatio denſitatis, qualis aquæ marinæ non ita facilè accidit. 3. Quia cùm ſint quodammodo ſenſibiles refractiones illæ, quæ in aqua fiunt, minùs difficilè erit diſtinguere id refractionis, quod denſitati aquæ debetur, ab eo quod commotio vel addit, vel detrahit: è contrà verò, quia valde exiguæ ſunt, & paucorum minutorum, ac ferè inſenſibiles aeris refractiones; longè difficilius erit diſtinguere id quod denſitas aerea efficit, ab eo quod commotio. Præterea difficultatem ex parte aquæ minuit, quod aliàs, tranquilla aqua, vt in cubiculo perbene clauſo, vbi nulli flant venti, relicto ſolùm ad radij ingreſſum foramine; experimentum certum fieri potuit quantitatis refractionum in eadem aqua: è contrà verò ex parte aerearum refractionum, difficultatem auget quod nunquam factum eſt, aut fieri potuit, tranquillo aere, tale experimentum: cùm nunquam ſit imperturba-

ta

ta densitas: quis enim aerem certò deprehendit fuisse aliquando ab omni prorsus tum ventorum agitatione, tum ebullitione vaporum liberum; vt eo tempore potuerit ad rem certam experiri quantitatem imperturbatam refractionum, quæ quantitati densitatis aereæ præcisè respondet?

Adde quòd cùm sit ita insensibilis refractionum quantitas, quæ aereæ densitati præcisè respondere existimatur; facilè est vt prædicta commotio radium refractum, ad terminos irrefracti reducat, quatenus ex ea commotione contingere potest, vt ad radium incidentem perpendicularis sit ea pars aereæ superficiei, in quam incidit; quo posito non refringetur radius. Sicut è contra facile est, vt eadem commotio eandem superficiem in contrariam partem inclinet, & simul eò ducat radium refractum quò ipsum duceret si maior esset refractionis angulus: quia sic inclinando efficiet, vt maior sit angulus incidentiæ. Alioqui autem radium refractum, dicto modo reuera duci, ac reduci per aliquot minutulorum interuallum; constat ex eo motu trepidulo antea dicto.

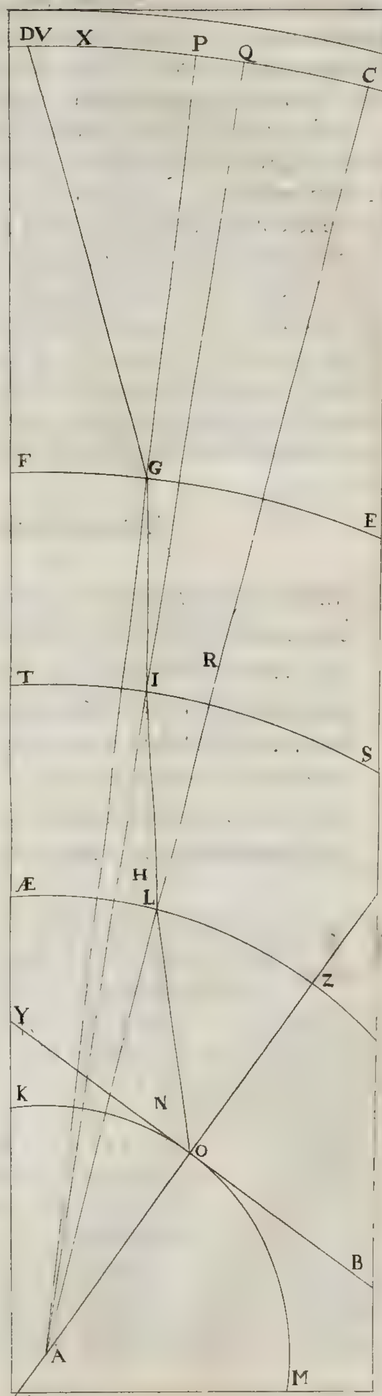
Propositio XXXV.

Quamuis per impossibile, aeri concedatur non tantùm puritas vbique similis & æqualis; sed etiam figura perfectæ sphærica, terræ concentrica, simulque constans, & nullis vnquam perturbata vaporum inæqualibus nouisque ebullitionibus, aut flatibus ventorum; adhuc tamen eius refractiones talem ob inæqualitatem frigoris perturbationem patientur; vt idem radius pluribus contrarijs refractionibus nunc ad perpendicularem, nunc à perpendiculari refringatur.

QVæ *præcedenti propos.* dictæ sunt refractionum perturbationes, potissimùm accidunt, ob aeris impuritatem non vbique æqualem, & quodammodo etiam ob figuram, vt dictum est *prop.* 28, identidem variatam. Nunc verò dico alias accidere ijsdem refractionibus perturbationes, licèt supponatur puritas aeris in tota eius sphæra, ac in omnibus partibus, æqualis cum sphærica figura inuiolabili.

Sit YOB recta Horizontalis superficiem terræ KOM, cuius centrum A, tangens in O: & sit AOZ axis Horizontis. Incedat verò superficies refractionis per circuli maximi sphæræ solaris arcum DPC; simulque superficiem aeream perfectè (vt nunc condono) sphæricam, ita secet vt circuli arcum in ea efficiat FGE circa A centrum tum dictæ Sphære cœlestis, tum terræ KOM. Sit verò ex hypothesi totus aer inter EF, & KM interceptus, purissimus; quantum sub æthere inter DC & FE contento, esse potest; & quidem æqualiter, itaut æqualis vbique sit vaporum omnino similium

milium diffuſio: caleſcat verò radijs ſolaribus idem aer ſub circulo FE, vſque ad KM. Et quia circa KM Solis radij plùs calefaciunt ob reflexionem, quàm prope FE, vbi non terminantur: calidior erit aer prope KM, quàm prope FE; eritque in toto ſpatio quod FE, & KM interiacet, calor vniformiter difformiter diffuſus; vt ſolent communiter propagari ſimiles qualitates. Cæterùm vniformem iſtam caloris in aere difformitatem, eò faciliùs ſupponere licet, quò ab extrinſeco, nẽpe à Sole calorem hunc produci ſupponitur; ſiue aliàs in aere ſit calor, ſiue non quamuis omnino verius ſit (quidquid fruſtra reclament Peripateci) aerem natura eſſe frigidum, vtpote æthere, atque vaporibus natura frigidis conſtantem.



Ponatur itaque Sol in D puncto circuli DPC, & radius ab eius centro incidat in G punctum aerij circuli FGE; ducaturque per G perpendicularis AGP. Et quia ſub puncto incidentiæ G aer denſior eſt, quàm ſit æther ſupra idem G; radius incidens DG *per* 43, 2 *Vitell.* frangetur ad perpendicularem AG; eritque inter eandem AG, & lineam incidentiæ productam DGR, radius refractus vt GI: & hic quidem *per poſtul.* 1. 4. *huius* in lineam rectam, vt GIH, propagaretur; ſi aer totus eſſet æqualiter in tota ſua ſphæra denſus: ſed quia ſupponimus calorem in illo vniformiter quidem ſed difformiter diffuſum; propter caloris inæqualitatem; erit etiam (cùm cætera ſint paria) denſitatis inæqualitas.

Et quia, ex facta hypotheſi, quò

magis

magis ad K M acceditur, intenſior eſt in aere calor, ſi ſumamus in linea G H punctum aliquod I: erit ſub I, & ſub circulo T S ex centro A per I ducto, calor intenſior, & conſequenter raritas maior, ſeu denſitas minor, quàm ſit inter I, & G. Ducta itaque perpendiculari A I Q, radius G I frangetur in puncto I à perpendiculari *per 45.2 Vitell.* eritque refractus, verbi gratia, I L; qui iterum per lineam I L N rectam propagaretur *per idem postulatum*, ſi æqualis eſſet in toto ſub T S aere denſitas; ſed quia propter dictam difformem vniformitatem, eò minor eſt, quò propiùs acceditur ad K M: denuo radius in puncto, verbi gratia, L (quaſi in L alia aerea Sphæra reliquis ſuperioribus concentrica, ſed minorem habens denſitatem inciperet) frangetur à perpendiculari A L C; eritque refractus, vt L O: & ita de alijs punctis: quia enim ſub G ſeu ſub F G E, ex facta hypotheſi, non poſſunt deſcendendo verſus K M, duo ſumi puncta, in quibus ſit denſitas æqualis; ſed in omnibus ſemper eſt minor, & minor: ſequitur radium in ſingulis, per quæ tranſit, frangi ſimiliter à perpendiculari. Quia verò prima refractio quæ facta eſt in G, erat ad perpendicularem, ſequitur, vt fuit propoſitum, radium refringi contrarijs refractionibus nunc ad perpendicularem nunc à perpendiculari, licet aeri concedatur æqualis vbique puritas &c. Videantur ſequentia Corollaria.

Corollarium 1.

SEquitur ex hic demonſtratis contingere poſſe in facta hypotheſi, vt radius vltimò refractus, prope terram, vt L O, ob æeris in eadem parte raritatem maximam, ita refringi à perpendiculari; vt producta refractionis linea O L V, per eam refractè Sol poſſit conſpici prope, aut etiam in vero loco D; quaſi nulla facta fuiſſet refractio; nimirum ſecundis refractionibus à perpendiculari, compenſantibus primam, quæ eſt ad perpendicularem.

Corollarium 2.

ADdo rem fortaſſe miram, quæ tamen ex demonſtratis ſequitur, videlicet de radio D G, in æthere (quem ſane inalterabilem eſſe nulla hactenus ratio ſatis probauit) idem ſeruata proportione dicendum, quod de radio G I L O, in aere: id eſt in æthere, ſuo modo fractum eſſe, ſicut in aere. Cùm enim Sol cum luce calorem, & cum calore raritatem à G verſus K M deſcendendo producat vniformiter difformiter; producet ſimiliter ab eodem G verſus D aſcendendo; vt nimirum in partibus ipſi D vicinioribus ſit cum intenſiori calore, raritas in æthere maior, & in partibus ab eodem D remotioribus verſus G, ſit raritas, ſicut & calor, in æthere minor. Quia verò raritas minor, reſpectu maioris pro denſitate habetur; ſequetur radium, dum ex æthere rariori in minùs rarum ætherem penetrat, frangi

ſeruata proportione ſicut ſi penetraret in denſum ; & quidem frangi ad perpendicularem *per 43. 2. Vitell.*

Quo poſito erit linea radioſa, inter duo extrema ætheris puncta D & G, curua ; quemadmodum inter duo extrema aeris puncta G, O; ſed curuitatis ducto in contrariam partem ſinu ; cùm refractiones inter D, G, ſint ad perpendicularem ; at verò inter G, O, à perpendiculari. Niſi fortè quis exiſtimaret non eſſe inter ſingulas ætheris partes minùs, ac minùs raras, diſcrimen ſufficiens ; vt ratione minoris illius raritatis radius è rariori in vicinillimam, & conterminam minùs quodammodo raram ingreſſus patiatur ab ea refractionem : eo quòd diſcrimen illud à ſolo intellectu notari, à ſenſu autem nullatenus deprehendi poſſit;ac propterea videatur rem corpoream, atque ſenſibilem, qualis eſt lux, non poſſe ob tantulum illud diſcrimen, aliquid diuerſitatis in ſe ipſa pati ; atque adeo etiam videatur lux in vniuerſo æthere per lineas rectas emitti, ac intra ipſum nullatenus frangi : quod idem à pari dici etiam poſſet intra aerem, ſuppoſita prædicta puritatis per totum æqualitate ; quo enim tenore ſibi ſuccedunt ethereæ partes in eadem linea deſcendendo, minùs ac minùs ſemper raræ ; eodem ſibi ſuccedunt aereæ, in eadem linea aſcendendo, pari modo ſemper minùs, ac minùs raræ, in facta hypotheſi.

Sed huius rationis vim leuem admodum eſſe conuincitur, ex eo quod cernimus in ſimilibus, vt in Teleſcopij lente, diſcrimen figuræ perfectæ à non perfecta vt plurimùm à nullo quantumuis lynceo oculo poſſe deprehendi ; & tamen maximas viſionis Dioptricæ differentias efficere. vnde credibile ſit lucem acie quauis humani ſenſus ſubtiliorem poſſe à prædictis raritatis, ac denſitatis differentijs, quantumlibet inſenſibilibus, aliquid diuerſitatis etiam quodammodo ſenſibilis (quantò magis diuerſitatis inſenſibilis, qualem fateor eſſe iſtam ſiue in æthere, ſiue in aere) in ſui diffuſione pati ; atque adeo arcuatim, & ſinuoſè protendi à ſupremo etiam cœlo vſque ad nos.

Certè verò, niſi hoc dicatur, pari ratione dici poſſet, ſæpe nullam radij etiam ex æthere in aerem incidentis refractionem eſſe ; quia ſæpe ætheris, ac ipſi contermini aeris diſcrimen aut eſt, aut eſſe poteſt inſenſibile ; ſi nimirum maxima ſit in ea parte, aeris puritas ob vapores pauciſſimos, vel tenuiſſimos, vt contingere poteſt. Adeoque concedendum eſt vel nullam aliquãdo eſſe lucis ex æthere in aerem lapſæ refractionem propter dictum diſcrimen denſitatis ac raritatis prorſus inſenſibile, & ferè nullum ; vel infinitas eſſe refractiones eiuſdem lucis lapſæ ; tum ex aerijs in aerias, tum ex æthereis in æthereas veluti Sphæras, propter id quod in eis eſt diſcrimen denſitatis, atque raritatis verum, ac minimè fictitium.

Corollarium 3.

LIcet radij lucis ſuapte natura rectitudinem affectent, de facto tamen ob dictam diaphani tum ætherei, tum aerei denſitatem continuè inæqualem, per lineas curuas emittuntur. Hoc autem poſito inſtrumenta obſeruandi maxima (quæ quidem cæteris paribus optima exiſtimantur) refractiones quaſlibet oſtendent maiores, quàm minoribus inſtrumentis deprehendantur; idque propter radij curuitatem, quæ ſicut locum habet in toto aeris, vt dictum eſt, globo; ita & in inſtrumento, quod in aere eſt. Verbi gratia, ſi tale ſit inſtrumentum, & ita diſpoſitum; vt vnum eius pinnacidium viſorium ſit in O & alterum in L, Sol ea obſeruatione per lineam O L productam deprehendetur tanquam eleuatus in V. Si autem maius ſit inſtrumentum, & primo pinnacidio exiſtente in O alterum ſit in I, Sol eo radio curuo O L I, deprehendetur tanquam eleuatus in X: quæ eleuatio, altera priori maior eſt. Contrarium verò accideret ſi refractiones omnes in aere ſint ad perpendicularem, tunc enim Inſtrumenta maiora minorem oſtenderent, minora maiorem, tum eleuationem, tum conſequenter refractionem.

Ea itaque radij curuitas nouo titulo dubiam reddit cuiuſlibet obſeruationis fidem: quandoquidem eodem inuariato radio refracto, varijs inſtrumentis, licet alioqui optimis & exquiſitiſſimis, varia & varia eleuatio inuenietur; ſi ſolum fuerint inſtrumenta magnitudine inæqualia. Adeo vt vel propter hoc ſolùm nulla vnquam certitudo mathematica haberi poſſe videatur de quantitate refractionum: quantò magis cùm incertum ſit, an hæ refractiones prope terram ſint à perpendiculari (quales ſunt in hypotheſi facta hac propoſitione) an verò ad perpendicularem (quales ſunt quando aer in infimis denſior eſt quàm in ſuperis) hoc autem incertum eſſe neceſſe eſt quando fit obſeruatio: cùm (ſuppoſita etiam vt dictum eſt puritatis æqualitate) nulla certa lege conſtet aerem eſſe calidiorem prope terram; nam poteſt etiam eſſe multò magis frigidus, quàm ſit eodem tempore in remotiſſimis à terra partibus, ob varios vapores à varijs ventis delatos.

Corollarium 4.

EX dictis conſtat, aliquod poſſe eſſe diſcrimen inter ſolares, ac lunares, ac etiam reliquorum Planetarum, nec non etiam fixarum ſtellarum refractiones; tum primò propter diſtantiam à terra maiorem, aut minorem (contrà quàm ſentiat Keplerus *cap. 4. numero 6. prop. 4. ſuorum in Vitell. paralip.* ſine dubio nihil cogitans de hactenus dicta radij in medio etiam æthereo refracti curuitate) ratione cuius cæteris paribus in diuerſa diſtantia, diuerſa neceſſariò eſt euariatio; tum ſecundò propter diuerſam ætheris diſpoſitionem: nam prope Solem calidus ac rarus eſt æther procul à Sole frigidus etiam naturaliter (vt antea iam inſinuaui) aut ſaltem (vt omnino à nemine concedente eius alterabilitatem negari poteſt) minùs calidus, atque adeo minùs rarus: vbi autem diuerſa eſt medij diaphani raritas; diuerſa eſt refractio præſertim cùm radius ex alijs, in alias æthereas Sphæras minimè concentricas permeat. Sphæra namque ætheris rarioris, & ſenſim ſine ſenſu deſinentis in minùs rarum, non terræ, non aeri, non denique cæteris æthereis Sphæris, ſed Soli concentrica eſt: vnde ſtellarum radij, è frigido illo ſupremæ ſtellatæ Sphęræ contermino æthere, in inferiorem calidiorem, adeoque rariorem ętherem, qui vicinior Soli eſt, decidentes; & inde iterum in frigidam infimi à Sole remoti, proptereaque minùs rari ętheris regionem penetrantes, diuerſas oppoſitas refractiones patientur etiam vno eodemque tempore; quamuis alio, cùm ſcilicet Sol longiùs abeſt, frigore totum intermedium ętherem ſiue ęqualiter, ſiue vniformiter difformiter addenſante, poſſit non tanta, vel non talis eſſe refractionum vnius radij varietas.

Et iſta quidem, aliaque permulta, quę nunc libens omitto, ne longior fiam, ex facta illa hypotheſi conſequuntur; quę ſine dubio quodlibet metiendis refractionibus impenſum ſtudium facilè deludere poſſunt: ipſam verò hypotheſim, quatenus iuxta caloris, vt dictum eſt, & conſequenter raritatis, difformiter vniformem diffuſionem varias hetherogeneas, tum in aere, tum in ætheræ Sphæras ponit; haud ſcio an reijcere queant qui (vt ſupra viſum eſt) Sphæram aeream perfectam, ac terræ concentricam inter hypotheſes ponunt.

Ego certè quod ad rei veritatem attinet, neque hanc, neque illam hypotheſim recipio: nam licet ſpeculatiuè Sphæram aeream, ſeu vnicam homogeneam, ſeu verius plures, vt vnam ab F G E vſque ad T I S; & aliam ab T I S vſque in Æ L Z, ac tertiam ab Æ L Z vſque in K O M, aliaſque inter eas medias infinitas heterogeneas; necnon & alias ſuperiores æthereas inter F G E, & D P C; ac ſupra D P C pari modo heterogeneas tum concentricas terræ, tum Soli concentricas, cum illa, quam dixi, difformi vniformitate denſitatis, aut raritatis, cogitare poſſimus quaſi perfectas, & ad amuſſim mathematicam exploratas: tamen nemo eſt, qui non ſtatim iudicet rem

eſſe

esse naturaliter prorsus impossibilem; & saltem euidens est id esse fortuitum, & omnino nullam habere permanendi constantiam ex dictis *propositione 25, 28, &c.*

Quod si quis aliam quasi mediam viam tentare voluerit, & Sphæras tum aereas, tum æthereas supponat neque omnino mathematicè perfectas, neque etiam omnino corruptas; item neque dicto modo vniformiter heterogeneas, neque etiam prorsus homogeneas; sed alium quendam habentes medium statum ex vtroque extremo participantem; tum secundùm figuram, tum secundùm raritatem, ac densitatem (quod sane longè verisimilius est) adhuc tamen multò plura, ac maiora se se obijcient impedimenta optantibus refractiones metiri. Nam facta ea hypothesi euidens est contingere posse, vt radius refractus, si non totaliter est curuus, neque rectus totaliter; mixtus sit ex recto & curuo. Item vt aliquando sit totus, aliquando solùm secundùm partem aliquam sui, extra Verticalem circulum, in quo est reuera Sol. Item vt aliquando partim ad perpendicularem, & partim à perpendiculari refractus vndatim emittatur (eo fere modo quo solent à Pictoribus fulgurum euibrationes, inter disruptas nubes, longo sinuoso tractu exprimi) propter medij diaphani vna sui parte rari, altera mox rarioris; ac iterum alia minùs rari; ac denique Sphæras non concentricas habentis inæqualitatem.

Quidquid sit, cùm tot sint possibiles adeo varij, & prorsus fortuiti aerearum refractionum modi, etiam seclusis vaporibus, qui temerè per aera vagantur; haud scio qualem earum mensores, & quàm certum, atque constantem optatæ mensuræ modum adinuenire possint; vt eo fœliciter inuento certiorem, quàm nunc sit, tum Astronomiam, tum Horographiam habeamus. In sequentibus autem videbimus, an absolutè modum illum qualemcunque adinuenire valeant.

Propositio XXXVI.

Horologiorum Gnomonicæ delineationi, vel vsui, nihil affert vtilitatis obseruatio refractionum lucis incidentis ex æthere in aerem.

VT euidentior fiat ista propositio, distinguo breuiter duplicem quasi modum Horographiæ Gnomonicæ, sicut & distinguere quiuis potest in cuiuscunque generis Instrumentis mechanicis. Primò enim quædam sunt, vel communiter fiunt horologia solaria, in quibus, vtpote in vsus vulgi deputatis; sufficit mediocri diligentia, obseruasse ea, quæ necessaria sunt ad indicandam horam vulgarem, aliaque eiusmodi. Cùm autem non quærat vulgus mathematicos terminos quibus horæ, aliaque

ſimilia complentur ; non curat etiam Horographus in eo opere geometricam illam ſubtilitatem, quæ etiam indiuiſibilia rimatur ; ſed ſolùm moralem confert diligentiam, quæ morali optatæ horarum fidei ſufficiat; & errorem valde ſenſibilem nullum admittat. 2 Alia condi poſſunt melioris notæ horologia, quibus delineandis, non fœdos ſolùm errores caueat Horographus, ſed etiam quemlibet minutiſſimum à quouis peritiſſimo, perſpicaciſſimoque cenſore notandum, prorſus deuitet;

Dico igitur inutilem eſſe ac vanam dictarum refractionũ in opere Gnomonico obſeruationem, ſeu quis horologia quærat ſolùm vulgaria;ſeu velit exquiſitiſſima,quantùm humana mentis,manuſque ſolertia perfici poſſunt.

Prima hæc ſit ratio in vulgari Horographia: quia in hac non admodum religiosè ſeruantur eæ leges, quæ & plurimum difficultatis, & parum vtilitatis habent. Lex autem obſeruandarum huiuſmodi refractionum,quàm parum vtilis ſit, & ex dictis hactenus conſtat, & magis conſtabit ex dicendis; quantam verò inuehat operationis moleſtiam, inde conſtat quod lineæ horariæ, aliæque ſimiles ferè omnes, quæ circulos in ſphæra maximos referunt (ſicut illæ quę minores repręſentant) ſi legibus refractionum lucis in aere aſtringantur, erunt ſectiones, non quidem conicę, ſed quaſi conicę ; ideoque conicis longè difficiliores ; quia circuli refracti, dum amittunt ſuorum planorum æqualitatem, vniformem ſectionis conicæ flexum non obtinent ; ſed alium multiformen, eumque non parum irregularem, *vt libro* 4 oſtendam cùm de Sphæra Dioptrica erigenda. Si igitur difficillima eſt, & moleſtiſſima cuiuſlibet conicæ ſectionis in plano delineatio (vt ipſa probat experientia) cogitare cuiuis licet quantum moleſtiæ inſit delineandæ ſectioni, quæ & à rectitudine deflectit, & vniformem ſectionis conicæ flexum (qualem, verbi gratia, explicuimus *prop.* 20. *huius*) non obſeruat.

Secunda ratio ſit. Quia ſectiones in plano ſiue conicæ, ſiue aliæ quæcunque non poſſunt deſignari lineis niſi ſenſibilibus, & latitudinem quandam habentibus ; vmbræque in eas non cadunt niſi ſenſibiles, & latæ : ea verò tum linearum, tum vmbrarum latitudo, vt plurimùm, & in horologijs ad vulgi vſus deputatis, eſt ſatis notabilis ac propterea in ea abſorbetur quidquid intercedere poteſt diſcrepantiæ, ob refractiones. Cuius enim vel Lyncęi oculi in exigua longitudine ſtyli, & magna linearum ſimulque indicantis vmbræ latitudine, notent minutula illa prima, & multò minùs ſecunda, quibus vmbræ medium punctum indiuiſibile, lineam horariam indiuiſibilem (quantumuis mathematicè, ſecluſis refractionibus, veracem) intelligitur pręterire ob refractiones, quæ tam exiguę ſunt; vt eas vel ipſe Tycho, ſuis illis ingenijs, exquiſitiſſimiſque Inſtrumentorum machinis aſſequi non potuerit, niſi cum ſenſibili inter earum differentias inęqualitate ; quę (vt Keplerus ipſe fatetur *cap.* 4. *prop.* 9. *paralip.*) in nullo ordinato locum habere poteſt,ſeu cuiuſcunque alterius rei ordinatę naturam imitetur.

Alteram

Alteram partem propositionis, quæ in Horographia accuratissima versatur, facilè probo. Nam & si quis magno animo, & magna ingenij vi molestiam difficillimæ delineationis superiùs dictam deuoraturus contenderet, lineas illas obliquas, ne dicam ambiguas, quantumlibet difficiles, subtilissimis capillaceis ductibus designare: hærere tamen eum in medio conatu necesse foret; donec certò nosset, quà vel quò eas dirigeret; quod quidem nisi certò cognita earum refractionum quantitate scire nequit; eam vero quantitatem, nisi certæ, & fidelissimæ experientiæ demonstrent; ingenij vis nulla assequetur. Cùm autem, sicut in præcedentibus visum est, in hoc refractionum negotio maxima sit inconstantia, & consequenter incertitudo; quomodo se geret in ea incertitudine diligentissimus quisque Horographus, dum in sua delineatione differentias refractionum lucis in aere factarum, vel addere, vel subtrahere peroptabit? is credo vel hærebit anceps (ni temerè agat) & lineam nullam ducet; vel omnino minutias illas suo in opere contemnet. Nihil igitur vtilitatis ex earum refractionum obseruatione obuenit ipsi etiam accuratissimæ Horographiæ, vt fuit propositum.

Sed hoc idem ex eo, præter hactenus dicta, euidentiùs constat; quod vt *propos.* 25. *&* 28. ostensum est, non vna est constans, & inuariata, ac vbique, aut semper eadem aeris refringentis siue figura, siue densitas: ex hoc autem manifestiùs sequitur oleum prorsus, & operam perdere eum, qui in negotio Horographico constantem aliquam, & mathematicæ fidei regulam quærit obseruandam, quoad refractiones lucis in aere, siue addendas, siue detrahendas; nisi fortè iam ipse legem posuerit enumeratis, adeo inconstantibus refractionum causis; easque ad vnam aliquam certissimam, constantissimam refractiuæ virtutis mensuram redegerit; aut certè modum adinuenerit, quo vel arceatur ab aere illa tanta, ac tam incerta impressionum inæqualitas; vel cum hac ipsa inæqualitate conseruetur in eodem aere, vna eademque inuariata addensationis, & attenuationis æquabilitas; aut denique nisi diuinans quales, & quantæ futuræ sint quolibet dato die refractiones, singula in singulos dies horaria disponat: cùm enim hodiernæ refractiones, non sint hesternis omnino similes (vt sat constat ex inæquali quotidiana aeris temperie, antea dicta) non poterunt hesterno horario hodiernæ horæ, sine errore (quantuluscunque sit error) cognosci, sicut neque crastinæ hodierno ob eandem rationem.

Addo vnum, quod mihi, non sine magna ratione, dici posse videtur, præsertim perpensis ijs quæ hactenus dicta sunt. Fatentur harum refractionum assertores, in magna Solis eleuatione non refringi radium: Tycho non agnoscit refractionem supra gradum 45; alij etiam in multò inferiori non agnoscunt: & ratio solùm esse potest: quia obliquitas incidentiæ aut nulla est, aut ita est exigua, vt nullo etiam ex arce Tychonica, instrumento deprehendi possit. Deinde iam ostensum est fluxam esse, & ad flatus etiam tenuissimi placitum, mobilem, & mutabilem aeris superficiem:

nec

nec certum esse quòd ea sit verè terræ concentrica; secluso etiam omni ventorum flatu.

His autem ita se habentibus, manifestum videtur posse contingere, vt vbi aliquando deprehensa est refractio maxima, vt prope Horizontem, ibidem aliàs aut nulla sit, aut minima sit; è contrà verò vbi minima, aut nulla, vt prope verticem, deprehensa est, maxima sit. Contingere enim potest, vt prope Horizontem superficies vapida ita disponatur; vt radiorum in ipsam incidentia sit vel omnino, vel ferè perpendicularis, sicut prope verticem: & è contrà prope verticem ita disponatur, vt maximè obliqua sit incidentia: quid ni enim?

Itaque si quis religiosiùs vellet in horographica delineatione, refractionũ euariationes obseruare; deberet horis matutinis, & vespertinis, & meridianis, refractorias eleuationes nunc addere, nunc detrahere, nunc minuere, nunc augere; cuius additamenti, vel augumenti, siue subductionis aut imminutionis tota regula foret, aeris tum secundùm figuram, situm, amplitudinem &c. tum secundùm qualitates alteratiuas, dispositio, eo sibi semper constans, quod sibi nunquam constet: quare nec sibi constaret religiosa adeo Horographia; vnde nec admittendæ eius leges. Igitur, Horologiorum Gnomonicæ delineationi &c. Quod fuit propositum.

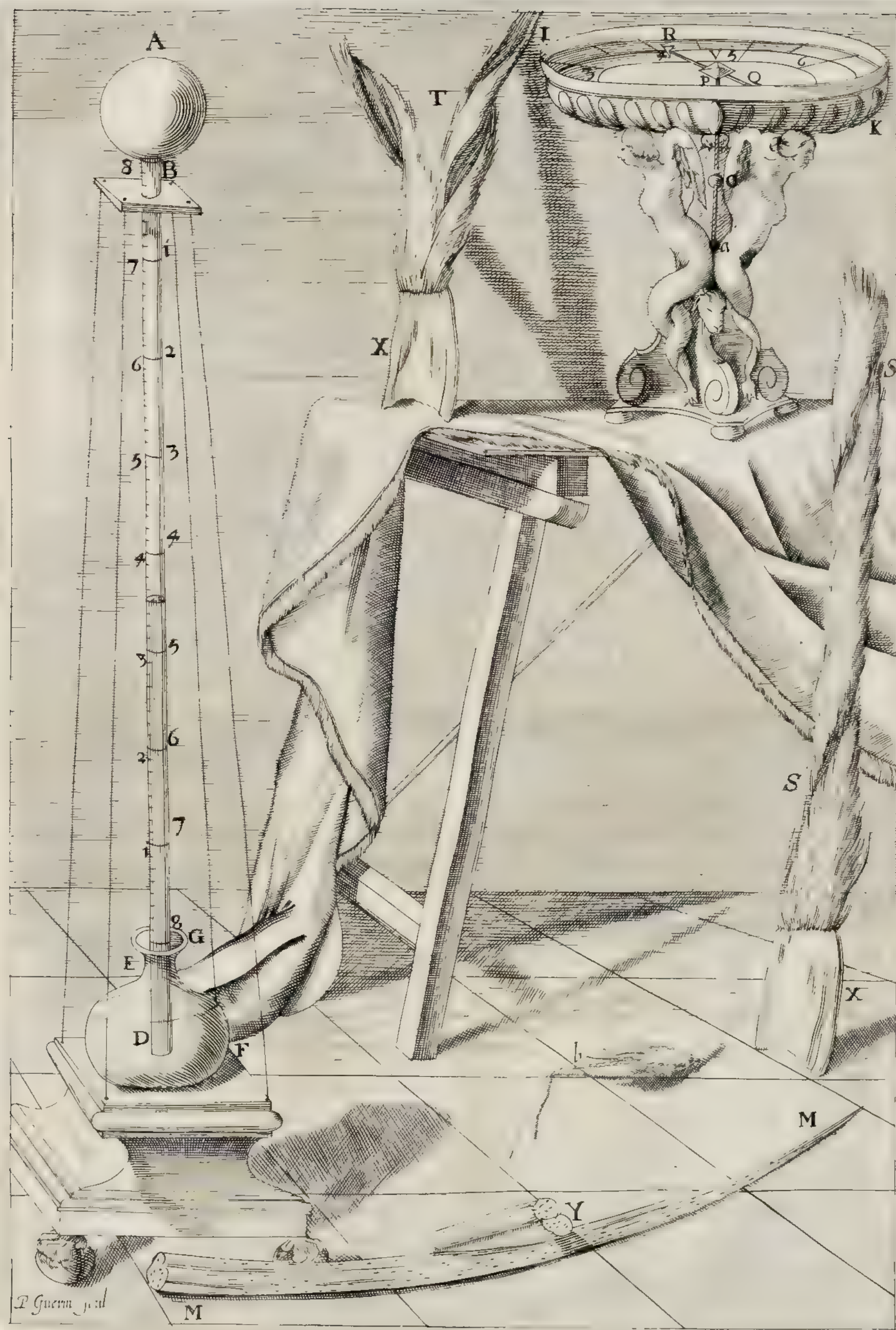
Propositio XXXVII.

Nullo hactenus inuento instrumenti Thermoscopi genere acquiri posse notitiam certam æqualitatis, vel inæqualitatis Astronomicarum refractionum quas diuersis diebus, vel etiam horis eiusdem diei in aere lux patitur.

DVo tantum, quod sciam, Thermoscopa instrumenta hactenus inuẽta sunt, de quibus aliquid dicendum mihi est, priusquam ad demonstrationem propositionis deueniam.

Commune Thermoscopiũ, quo varij gradus caloris, ac frigoris cognoscuntur; constat vitreo globo, vt A B; qui mox desinit in tubum oblongum ac teretem vt B D: & huius quidem pars aliquantula, in imo vt G D, aquæ immergitur contentæ in vase vt E F: reliquus vero tubus ab G vsque in B diuiditur in varios quasi gradus, duplici ordine numerorum, quibus distinguitur caloris, descendendo, & frigoris ascendendo, quantitas; nam aer intus inclusus ad quaslibet caloris, aut frigoris in externo aere, vel alio globum A B ambiente corpore, mutationes, alteratur, & calore quidem rarescit, frigore autem densatur: vnde quia densatus minorem locum occupat, rarefactus autem ampliorem petit; fit vt frigore constringente, se

se


A
B
G
E
D
F
I
R
Q
K
T
X
S
M
Y
P. Guerin sculp.

ſe intra globum A B, recipiat; ac ne interim vacuus maneat tubus B G, aqua ſubingreditur (vrgente arcana naturæ) & in vi locum ab aere derelictum ſuccedit: è contrà verò calore laxante diſtenditur idem aer, eique in tubum B G ſe diffundenti cedit ſpatijs aqua, & ſubſidit, ſimul indicans deſcenſu vim caloris, ſicut aſcenſu vim frigoris.

Alterum eſt Thermoſcopi inſtrumenti genus, quod nouo ingenioſo inuento, humiditatis, ac ſiccitatis variam in aere temperiem oſtendit: cui ſi placet nomen aptemus Hygroſcopium ab humiditate; quemadmodum Thermoſcopio à calore nomen inditum eſt. Habet verò Hygroſcopium inſtar horarij mechanici verſatilem indicem vt Q R; qui intra pyxidem I K, cryſtallo coopertus quaſlibet in externo ambiente aere contingentes humiditatis mutationes, etiam minimas conuerſione ſui commonſtrat in circulo intus circa P centrum deſcripto, ac in gradus 8, eorumque minuta diuiſo. Vertitur autem idem index perurgente arcana vi organi, cui cera tenaci autaliter copulatur: organi inquam non certè chalybei, vel ænei, ſiue alterius artefacti; ſed ipſius Naturæ ingenio compacti; viliſſimi quidem in ſpeciem, ſed cui, quemadmodum, & alijs cunctis Naturæ operibus, plurimum ineſt admirationis.

Nota eſt eius generis Auena, quæ paſſim ſponte naſcitur: huic è gluma eminet longa Ariſta lignoſa, recurua; cuius pars ſuperior directa, & aſpera acuminata eſt; inferior verò, geminis velut ſtaminibus in ſe ipſa conuolutis, replicata ac tortilis, multiplicem ſpiram, ad leuiſſimum humidulæ auræ appulſum, reſolutis ſenſim voluminibus explicat; replicat verò iterum, & retorquet affluente ſpiritu ſicciori. Huius ariſtulæ obtortæ meminit Io: Baptiſta Porta *l. 2. Mag. Nat. in fine capitis* 14. vbi & refert, quod aliàs ipſe vidi à ludentibus pueris agitatum; videlicet huic Ariſtæ copulatas cera tenaci geminas chartulas ex aduerſo diſpoſitas, nunc erigi, nunc deprimi; & modò in hanc; modo in illam partem verſari; (diceres exercere luctam) ſimiliterque nummum (vt ille ait) ſtyli acie volitare.

Itaque indici Q R cerca tenaci copulatur ſub vmbone V, tortilis Ariſta, ac inde per foramen, quod in P centro pyxidis modicè patet, recta ducitur iterum copulanda ſeu filo ſerico tenuiſſimo colliganda in O, vt inibi firma hæreat: vt autem prædicti indicis motus fiat magis ſenſibilis (ſi quis id ita eſſe optauerit) poterunt duæ, vel tres, quatuorue Ariſtulæ, in vnum ſecundùm lineam rectam copulari; illæ enim ita multiplicatæ, cæteris paribus, motum indicis velociorem, & promptiorem efficient: ſingulæ enim ſuas in commune vires conferent: ad cuius rei exemplum cernis geminas ex V, ex & *a* ductas Ariſtulas in vno puncto O inuicem colligatas: quo caſu firma eſſe debet & immobilis ima pars in *a*.

Curaui autem incidi ſpecimen Ariſtæ ſicuti cernitur adhibito Microſpio; nam alias ita exigua eſt, vt vix acutiſſimi oculi, in ea percipiant ſinuoſam dictorum ſtaminum complicationem; vnde neceſſe fuit exploratore illo lynceo vti, ad peruidendos minutiſſimos aculeos, quibus flaua ſuperior

pars

pars tota horret, geminamque in ea ſtriam; tum etiam villos albos, quibus pars inferior nigricans integitur &c.

M M pars Ariſtæ ſuperior creberrimis aſpera aculeis, figuræ quadrangularis, ſed retuſis angulis; cuius duo oppoſita latera ſtriam habent perpetuam.

S S Ariſtulæ inferioris villoſæ, & in ſinus conuolutæ particula.

X Glumæ particula, cui Ariſta adnata eſt.

T Ariſtulæ ſolutis ſinubus explicatæ particula.

Y Ariſtulæ ſuperioris cæſura, in diametro habens venulam nigram, quæ in vtramque ſupradictam ſtriam deſinit.

Cæterùm licet puerorum luſibus, atque etiam Circulatorum, hæc olim Ariſtula ſeruierit: eius tamen ita diſſectæ curioſiorem diſquiſitionem putaui non fore iniucundam curioſo, ac ſapienti Lectori recolenti in primis illam dudum fœlici inuento, à puerilibus, ac iocularibus vindicatam, ad ſeria verò, atque Philoſophica tranſlatam.

Ne verò quod alienæ eſt gloriæ, vanus ipſe, & ingratus, mihi arrogare videar: præclari huius inuenti notitiam primam acceptam refero Sereniſſimo eidemque ſapientiſſimo *Principi Ioanni Carolo Cardinali Medices*, qui Romæ cùm aliquoties me pro ſua ſingulari quidem, ſed *Medicea* ingenita Genti humanitate ad familiariſſima colloquia adhibuiſſet iſtud mihi, plurimaque alia diuerſi generis; noui pariter inuenti, non minùs iucunda, & admiranda inſtrumenta ſpectanda præbuit. Agnoui tunc euidentiùs, & fœlici, quamuis in re parua, experimento comprobaui, quod clara vbique fama vulgatum iamdiu noueram, *Florentiæ* non modò florere cum cæteris Virtutibus *Sapientiam*; ſed & abundè cumulata iam eſſe Platonis vota, dum ad Orbis miraculum fœliciter in Aula Hetruriæ & *Sapiunt Principes, & Imperant Sapientes*.

His præmiſſis de vtroque inſtrumento ad aereas affectiones obſeruandas accommodato: venio nunc ad propoſitum. Putauere aliqui, vt Bettinus ſupra *in præfatione* relatus, modum certiſſimum ſe inueniſſe cognoſcendi ſaltem æqualitatem, vel inæqualitatem, quæ eſt inter duas aliquas aereas refractiones diuerſo tempore factas: hic autem modus in eo conſiſtit, vt certò cognoſcatur æqualitas, vel inæqualitas denſitatis, quæ in aere eſt vtroque illo tempore: ipſam autem denſitatem Thermoſcopio metiuntur. At non ſufficit Thermoſcopium; Nam non ſola caloris immutatione variatur aeris denſitas, ſed etiam acceſſu, vel receſſu vaporum *per* 23. *prop.* Vapores autem prout ſunt ipſi denſiores, maiorem afferunt aeri denſitatem, etiam ſub eadem caloris, aut frigoris inuariata temperie; imò aliquando maior eſt denſitas ſub remiſſiori frigoris gradu *per* 24. *huius*.

Conſtat verò aerem vitreo Thermoſcopio incluſum, immunem eſſe à circumſtantis, in proximo externo aere, vaporis humidioris, vel alterius halitus ſiccioris admixtione, ac non aliter ab ijs pati immutationem rari-

tatis

tatis, aut densitatis; nisi quatenus ab ijsdem recipit plùs caloris, aut frigoris; quàm ante haberet. Igitur ad cognoscendam eam densitatis mutationem, quæ aduentu vaporum densiorum, vel recessu in aere fit; minimè idoneum est Thermoscopij indicium. Ergo nec valet ad eam æqualitatem, vel inæqualitatem refractionum discernendam, quæ pendet ab aeris æquali, vel inæquali densitate.

Reiecta Thermoscopij fide, vtpotè in isto negotio minùs sufficiente, posset fortasse alicui in mentem venire adiungendum esse Thermoscopio Hygroscopium; vt ex isto suppleatur, quod illi deest; habeaturque vtriusque consortio integra mutationum aereæ densitatis notitia. Attamen licet vtriusque simul instrumenti fide comprobari possint mutationes densitatis, quæ aeri proximè circumfuso accidunt; non tamen illæ cognosci possunt, quæ fiunt in suprema aeris conuexitate; quarum tamen potissimùm quærenda esset in hoc negotio notitia; cùm in ea parte fiant refractiones: constat autem *ex 25 proposit.* totam aeris vapidi regionem vastissimam non æqualiter in singulis partibus supremis, imis, ac medijs affici: & aliunde certum est instrumenta hæc nostra à sola vicini ambientis aeris temperie alterari posse; cùm in ea vel prorsus non agant partes remotissimæ, vel certè non nisi priùs egerint in medias; & similiter mediæ, nisi prius egerint in imas; quæ scilicet Thermoscopium, vel Hygroscopium ambiunt.

Igitur Instrumenta ista minimè sufficiunt, siue seorsim, siue coniunctim, ad certò demonstrandam æqualitatem illam, vel inæqualitatem, quæ Astronomicis refractionibus accidit, cæteris paribus, ob inæqualitatem, vel æqualitatem densitatis aeriæ.

Certè verò multò minùs sufficient ad eam demonstrandam æqualitatem, vel inæqualitatem, quæ non ex densitate vel raritate; sed ex æquali, vel inæquali, siue simili, aut dissimili medij refringentis configuratione oritur: ex huius enim diuersitate efficitur in refractionibus non minima diuersitas, vt intelligitur ex demonstratis *prop. 29.* In vno autem diaphano præsertim fluido non est necesse, vt similis sit figura, quoties æqualis est densitas; vt patet in mari cuius densitate inuariata, infinitis fluctuum modis corrumpitur perfecta Sphærica figura: ita & in aere à fortiori cùm sit mobilior. Cùm itaque certum sit de figura aeris nihil posse Thermoscopio, vel Hygroscopio deprehendi; sequitur neque posse etiam aliquid certò cognosci de æqualitate, vel inæqualitate refractionis; quantumuis cognosceretur aliquid de æqualitate densitatis. Igitur nullo hactenus inuento &c. quod fuit &c.

Propoſitio XXXVIII.

Nullo certo argumento conſtare quanta ſit aëriæ conuexæ ſuperficiei refringentis eleuatio eo tempore ; quo refractionum obſeruatio aliqua fit.

QVanta ſit ſuperficiei ſupremæ aeriæ diſtantia à terra, neceſſe eſt ignorari, donec id ipſum ſigno aliquo ſenſibili minimè fallaci compertum fuerit. Signum verò ſenſibile nullum eſt hactenus inuentum, niſi lucis alicuius ad nos reflexio facta à vaporibus, alijſue halitibus; hi enim vapores ipſa luce, quam reflectunt, fiunt viſibiles; & ex eorum altitudine, aeris altitudo colligitur: ſiquidem ex ſupradictis aer ab æthere non niſi per admixtos vapores, vel exhalationes diſtinguitur. Ita Alhaz. *lib. de Crepuſculis prop. 6* ex ipſis Crepuſculis colligit vaporum altitudinem, paſſuum 52000, ſimiliterque *Vitell. lib. 10 prop. 60*: Alij ex Cometis, ſeu ſimilibus Meteoricis impreſſionibus idem colligere tentant.

Sed licet hoc ſignum ſenſibile (& quidem vnicum) omnes habeant, lucis, vt dixi, reflexæ; non tamen ipſum caret fallacia: cùm enim hac in re diſcordes ſint Aſtronomorum ex eodem ſigno collectæ ſententiæ; conſtat vel omnes deceptos fuiſſe eo ſigno, vel aliquos: fallax ergo eſt illud ſignum. Keplerus *cap. 8 paralip. ad Vitell.* ponit 12 milliarorum Germanicorum altitudinem; quæ longè abeſt à ſupradictis 52000 paſſibus: alij ponunt 13, alij 15, alij plura milliaria: alij extendunt vſque ad Lunæ concauum.

Quid quod neque conueniunt de altitudine ſecundùm numerum graduum in circulo Verticali, quæ tamen menſura longè facilior eſt, quàm illa prædicta, quæ eſt ſecundùm diſtantiam à terra in linea per centrum tranſeunte: Tycho enim veſpertini Creſpuſculi menſuram reperit grad. 17 in circulo Verticali; Rothmannus, verò eius æmulus grad. 24. At (ſi qua meis etiam fides obſeruationibus) ego neque hanc, neque illam comperi, neque ſemper eandem. Quæ ergo eſt hac in re certitudo dicti ſigni?

Certè verò ſupra altitudinem eius materiæ quæ ſolitam Creſpuſcularem nobis accendit facem, viſæ ſunt aliquando intẽpeſta nocte nubeculæ ſplendidæ ferè circa Verticem: & cùm (vt eſt obſeruatum) à Luna tunc lucem recipere non poſſent; eam à Sole neceſſariò accipiebant: opportuit verò vt vmbræ terreæ pyramidem ſuperarent; quod non poterant niſi in altitudine multò maiori, quàm ſit Crepuſcularium vaporum ſolita altitudo: alioqui Crepuſcula in ſummam noctem communiter durarent, etiam vbi eſt exigua poli eleuatio.

Quod adduxi de hac nubecula, memini me obſeruaſſe cùm eſſem Tolo-

ſæ

ſæ iam ante annos viginti ſeptem; ſiquidem nocte quadam ſerena, ab hora vndecima poſt meridiem, vſque ad ipſas mediæ noctis vigilias, menſe Auguſto, Luna exiſtente ſub Horizonte, ſpectaui in quarta Septentrionali ſub Meridiano ferè vſque ad Zenith diffuſam nubeculam adeo fulgidam, vt ſpendoris radios, ſicut Aurora per feneſtræ rimas immitteret: at cùm poſt matutinas horas perſolutas, redijſſem cum inſtrumento obſeruaturus, penitus non apparuit nubes illa ſplendida; fortè enim diſſipata, vel terræ vmbram ſubingreſſa fuerat.

Simile quid apud Sabinos ſe ante 8 annos accuratè obſeruaſſe, mihi nuper affirmabat Vir eximius Michael Angelus Riccius, cuius ego autoritatem eò pluris facio, quò maximam ille iamdiu obtinuit, ſingularis eruditionis laude; qua non ſolùm hic in patria, totaque Italia ſed etiam in Gallia, Germaniaque commendatur apud rerum Geometricarum, nec non in primis Algebricarum; ac totius Matheſis peritiſſimos quoſque; qui etiam auidè expectant egregias ipſius lucubrationes, quamprimùm, Deo fauente, luci, & vtilitati publicæ comittendas.

Cùm itaque (vt ad propoſitum redeam) res ita ſe habeat, vt incerta ſit altitudo eorum vaporum, qui Sole ſub Horizonte depreſſo, ab eodem illuſtrati cernuntur ſupra ipſum Horizontem; euidens eſt nullum, eorum indicio colligi poſſe terminum certum altitudinis aeris; eius inquam altitudinis, ad quam idem aer ſupra noſtrum hemiſphærium attollitur, Sole in alio hemiſphærio exiſtente. Ex quo infero, multo minùs inde colligi poſſe quam habeat aer altitudinem Sole illuſtrante, & calefaciente noſtrum hemiſphærium: Si quidem ex dictis *prop.* 26, & 28, conſtare poteſt non eandem eſſe noctu, ac interdiu, neque integro vnius diei ſpatio inuariatam permanere aeris altitudinem. Igitur ſiue noctu refractionis radij ſtellarum, Lunæ &c. ſiue Solis interdiu obſeruatio fiat, lucis Crepuſcularis vel nocturnæ, vt dictum eſt, indicio non ſatis perſpectum eſſe poteſt, quæ ſit geometricè altitudo aeris eo tempore quo fit obſeruatio.

Aliud verò nullum habemus dictæ altitudinis indicium; niſi fortè quis putet poſſe eam ex altitudine nubium colligi: ſed quis non videt quàm hoc ſit fallax? nam in primis quis nouit nubes eſſe in ſuprema aeris parte, in confinijs æthereis; itaut ſupra illas nihil aeris ſuperſit? deinde non eſt vnus fixus, ac ſemper idem inuariatus eleuationis nubium terminus, vt ſat conſtat euidenti experientia; & quamuis foret aliquis huiuſmodi terminus; quibus quæſo inſtrumentis geometricis metiemur hanc nubium à terra diſtantiam? certè verò ſat experimur inſtrumenta illa metiendi, in exiguis etiam centenum paſſuum interuallis, eſſe vt plurimum Inſtrumenta mentiendi. Quid ergo futurum eſt in interuallo 12, 13, 15, vel etiam 52 milliariorum? Itaque non eſt vnde certi eſſe poſſimus geometricè, quanta ſit ſuperficiei aeriæ diſtantia à terra eo tempore quo ſidereæ lucis refractiones obſeruare voluerimus. Quod fuit propoſitum.

Propositio XXXIX.

Refractionis quam in aere siderea lux patitur angulum cognosci non posse, nisi priùs certò cognoscatur quantùm à terra eleuetur aeris conuexa superficies.

POnantur in quouis circulo Verticali A C B, puncta loci veri vt C, & loci refractè apparentis vt D, cum linea refractionis vt F D; eaque sint prorsus inuariata: dico posse tamen varium esse angulum refractionis si

solùm varietur punctum refractionis: vt si punctum refractionis sit E in linea F D, ducta linea incidentiæ C E G, angulus refractionis erit F E G. Si verò in eadem F D ponatur aliud quoduis punctum refractionis I à cœlo remotius quam sit E; ducta linea incidentiæ C I H, angulus refractionis erit F I H, diuersus ab F E G, & minor illo; vt euidens est, ex eo quod duo triangula I D C, E D C, per constructionem, basim communem habeant, videlicet rectam C D, latera vero D I, C I maiora sint lateribus D E, C E: hinc enim sequitur angulum C E D maiorem esse angulo C I D; quia verò huic æqualis est ad verticem, angulus F I H sicut & illi ipse F E G, sequitur F E G maiorem esse ipso F I H.

Hoc itaque posito; & posito etiam angulum D C E, siue D C I omnino cognosci non posse, absque notitia puncti E, siue I; vt de facto cognosci non posse certum est; cùm nulla haberi possit notitia lineæ incidentiæ C E G, siue C I H, ex solo puncto C (ex quo infiniti egrediuntur radij) nisi simul cognoscatur punctum aliquod aliud vt E siue I: his inquam positis,

cùm

cùm nulla alia ſuppetant media, ſequitur ad cognoſcendam anguli refrationis quantitatem, priùs neceſſe eſſe cognoſcere, an punctum refractionis ſit potiùs in hoc, quàm in illo puncto lineæ refractionis; vt an ſit potiùs in E, quàm in I.

Et quia hoc cognoſci non poteſt, niſi ſciatur an ſuperficies aeris tranſeat per E, potiùs quàm per I; ſiquidem punctum refractionis eſt in ſuperficie refringente, quæ eſt aeris: ſequitur quantitatem anguli refractionis cognoſci nullatenus poſſe, niſi priùs cognoſcatur vtrum ſuperficies aeris à terra eleuetur vſque in KEL, vt tranſeat per E; vel ſolùm vſque in MIN, vt incedat per I. Igitur refractionis quam in &c. vt fuit propoſitum.

Propoſitio XXXX.

Nullum nobis ſuppetere ſufficiens medium, quo certò cognoſci poſsit quantitas anguli refractionis, quam in aere siderea lux patitur.

QVæcunque adſint media, & Inſtrumenta cognoſcendi, ſi ſolùm ignoretur, quantùm à terra attollatur ſuperficies aeris refringens; quantitas dicti anguli cognoſci non poteſt *per propoſ. præcedentem*: at *per 38* nullo certo argumento conſtat quanta ſit dictæ ſuperficiei eleuatio à terra. Igitur &c.

Scholium.

QVod *in præcedenti propoſitione & alijs* dixi de quantitate anguli refractionis, duobus modis poteſt intelligi, primò ſumendo angulum refractionis geometricè *iuxta definit.* 10, 10 *Vitell.* pro inclinatione lineæ refractionis ad lineam incidentiæ, vt eſt angulus FEG, vel FIH *prop.* 39: & hoc ſenſu puto demonſtratum eſſe, anguli refractionis quantitatem non eſſe à nobis cognoſcibilem naturali vlla ratione; itaut vi illius certus eſſe quis poſſit, certitudine præſertim mathematica, angulum huiuſmodi in propoſita Solis, vel alterius ſideris diſtantia à Zenith, eſſe tot, vel tot graduum.

Sed quia ſenſus ille non admodum facere videtur ad res Aſtronomicas; vbi non tam quæritur quanta ſit geometricè inclinatio radij refracti ad lineam incidentiæ, in data ſideris à Zenith diſtantia: quàm quanta ſit viſus, propter radij refractionem, aberratio: quod quidem noſſe, in Aſtronomicis maximè eſt neceſſarium: illud autem vix aliquam habet vtilitatem. Ideo in ſequentibus videbitur an ſumendo refractionem pro aberratione, ſeu deuiatione viſus, veluti cauſam pro effectu; maior aliqua certitudo haberi poſſit à nobis quantitatis refractionis in iſto ſenſu quàm in illo primo.

Propoſitio. XXXXI.

Nulla per radium refractum facta obſeruatione Aſtronomica poteſt cognoſci quantitas refractionis, quam in aeris ſuperficie, siderea lux patitur, niſi præſuppoſita notitia loci veri quem ſidus ſeruatum obtinet.

SIt circa centrum A circuli cuiuſdam maximi, per quem incedat ſuperficies refractionis arcus B C N: ſitque ex ſuppoſitione idem circulus ad Horizontem rectus, & cõmunis vtriuſque ſectio ſit recta B A. Præterea verò ſecet eadem refractionis ſuperficies, conuexam aeris ſuperficiem ex data hypotheſi perfectè ſphæricam, ac terræ T L V concentricam; & ſit vtriuſque ſectio communis M E S. Iam poſito Sole in aliquo peripheriæ B C N puncto C, radius incidat in circumferentiæ M E S, punctum quodlibet E; & ad perpendicularem A E D refringatur; ſitque ipſe rafractus E G: linea verò refractionis ex G per E producatur, donec peripheriam B N ſecet in R: ſimiliterque linea incidentiæ C E, producatur ex C per E verſus F.

Sic *per* 10 *definitionem* 10 *Vitell.* erit G E F angulus refractionis, & punctum R erit locus Solis refractè apparens in circumferentia circuli Verticalis B C N; ſicut in eadem, locus illius verus eſt C: & poſito quod N ſit Zenith: diſtantia Solis à Zenith erit C N: ſicut eleuatio eiuſdem ſupra Horizontem erit C B: & loci veri C, diſtantia ab apparente R, in ſuperficie cœli erit C R, arcus videlicet circuli maximi, hic enim arcus eſt breuiſſima

ma linea omnium, quæ in cœli ſuperficie ſphærica duci poſſunt à puncto C in R.

Ponatur itaque fieri loci Solis in prædicto circulo obſeruationem per refractum G E;& in ea obſeruatione inueſtigari quantitatem refractionis, ſeu iuxta præcedens Scholium, quantùm aberret viſus, dum refractè Solem conſpicit in R; ſeu quod idem eſt quanta ſit diſtantia puncti C à puncto R.

Dico huiuſmodi obſeruatione id cognoſci non poſſe, niſi ex præſuppoſita notitia certa aliunde acquiſita loci veri C. Quia enim radius hic refractus in Aſtronomica obſeruatione per quodcunque Inſtrumentum facta ita oſtendit ſui ipſius inclinationem ad Horizontem B A, & ea mediante inſpecti ſideris fallacem, ac ſolùm apparentem eleuationem B R; vt tamen minimè oſtendat, vel oſtendere poſſit ſe ſolo, quantùm ipſe inclinetur ad perpendicularem AD; vel quantùm declinet ab incidentiæ linea intra aerem producta E F: inde fit vt nullum ex parte dicti refracti radij ſuppetat medium, quo poſſit eius quantitas refractionis cognoſci, niſi inclinatio illa iam dicta ipſius ad Horizontem, & ex ea reſultans apparentia fallacis eleuationis Solis, quem ſolum eius effectum nobis cognitum habemus. At eleuationis apparentia fallax non aliter poteſt eſſe medium cognoſcendi quantitatem fallaciæ, ſeu erroris ex refractione prouenientis, niſi quatenus coniuncta erit cum notitia aliunde acquiſita veræ eleuationis;hac enim mediante concludetur quantùm à vero aberratum fuerit; & ſi hæc lateat, impoſſibile eſt diſtinctè cognoſcere quantum aberratum fuerit, ſeu quantum à vero abſit ea apparentia.

Sicut enim omnino deprehenſum non eſt refringi reuera ſideream lucem in aere, & ſui refractione viſum in errorem inducere; niſi ex eo quod Solis locus per Inſtrumenta mediante lucis radio obſeruatus, repertus eſt diuerſus ab eo in quo verè Solem eſſe, aliunde certò conſtabat (hoc modo *Alhazen. lib. 7. prop. 15. & 16, Vitell. lib. 10 propoſ. 49, & 50*, cæterique omnes deprehenderunt, nec alio vnquam deprehendiſſent; quia errorem ſubeſſe viſui nunquam aliter ſuſpicati fuiſſent) Ita deprehendi non poteſt quanta ſit refractio, ſeu quantùm faciat radius à veri loci puncto C aberrare, dum apparentis loci punctum ſignat R; niſi priùs aliunde, nempe ex aliquo à refractionibus immuni principio cognoſcatur ipſum loci veri punctum C, à quo facit aberrare. Ergo ad refractionis quantitatem cognoſcendam obſeruatione, quæ radio ſolari refracto fit; neceſſe eſt cognoſcere priùs locum Solis verum. Idem autem ſeruata proportione dicendum eſt de alijs aliorum ſiderum radijs, & obſeruationibus. Igitur nulla per radium refractum facta obſeruatione Aſtronomica poteſt cognoſci quantitas &c. Quod fuit &c.

Corollarium:

VIce versa ob rationis paritatem non potest indicio solùm radij refracti, ex loco apparente R cognito, colligi verus C; nisi priùs cognita refractionis quantitate, seu nisi priùs cognoscatur quantùm ille radius faciat aberrare.

Propositio XXXXII.

Non potest vna, & eadem per radium refractum facta obseruatione Astronomica cognosci quis sit verus Astri locus, & simul quanta sit refractionis quantitas posito quòd vtrumque pariter lateat.

QVia vel cognosceretur immediatè alterum per alterum reciprocè; & hoc est impossibile; sic enim cognosceretur ignotum per æquè ignotum: vel cognoscerentur ambo, vel saltem vnum ex illis, per aliquod tertium priùs cognitum; & de hoc tertio quæro, an fuerit cognitum obseruatione facta per radium refractum, vel facta per irrefractum: at primò nullus ad nos peruenit irrefractus; ergo non per irrefractum. ergo &c. 2. si per refractum facta obseruatione, redit argumentum *propositionis præcedentis, & Corollarij.*

Tycho pro illo tertio priùs cognito supponit cognitam horam, cognitam eleuationem Poli &c. At neque Poli altitudo, neque hora secundùm minuta & secunda, quæ præcisè est nunc, verbi gratia, quando fit obseruatio, cognosci potest, vel potuit nisi mediante radio Solis, vel alterius sideris: cùm autem hic radius non fuerit nisi refractus; de eo, vt dixi, redit difficultas. Scio aliquos, vt Bettinum *Apiar.* 8, qui vt hanc difficultatem superent, priùs indicio, & fide Thermoscopij emendatam à refractionibus lineam Meridianam designant; & cùm è Gnomone vmbra in eam ceciderit; horarium mechanicum fidissimum, emendatissimum ad horam eandem meridianam componunt: ac eo deinde tanquam iustissima, certissimaque temporum mensura, se putant horas earumque minutula posse indubitanter metiri.

Sed 1. iam supra in dubium meritò vocata est Thermoscopij fides *prop.* 37. deinde constat *per* 32, non posse radio refracto cognosci Verticalem Solis; cùm contingere possit, vt Sol in vno sit Verticali, & in alio appareat per refractionem: quod autem dicitur de Verticali, æquè dici potest de Meridiano circulo, qui est pariter Verticalis. Ex hoc autem sequitur contingere posse, vt in lineam Meridianam mendosam vmbra cadat Sole renera in Meridiano existente; & è contrà non existente, cadat in emenda-

tam

tam, & veracem; siue eam ex emendantis diligentia singulari, siue casu veracem esse contigerit. Itaque non omnino fida est, licet ingeniosa videatur ea cautio.

Denique licet concederetur ea cautione fuisse vtcunque superatam difficultatem illam horæ; superest difficultas altitudinis Poli, quam nec Thermoscopio, nec tabulis vllis superari posse constat; cùm necessariò veniendum sit ad obseruationem per radium refractum; si verum est non nisi refractos ad nos peruenire. Stat igitur nulla per radium refractum facta obseruatione Astronomica posse simul, & eadem opera cognosci quantitatem refractionis, & verum locum; quod fuit propositum.

Propositio XXXXIII.

Nulla prorsus à quouis Astronomo facta obseruatione posse certò cognosci quantitatem refractionis, quam in aere siderea lux patitur.

QVia enim per 41. *prop.* quantitas refractionis ipso mediante radio refracto cognosci non potest sine præsupposita notitia veri loci; hæc autem similiter radio refracto acquiri non potest, nisi priùs habeatur notitia quantitatis refractionis *per Coroll. eiusdem*: & præterea non possunt ambæ simul vna obseruatione cognosci *per præcedentem*: sequitur prorsus cognosci non posse quantitatem refractionis; vel quod idem est quantùm faciat refractio aberrare; donec habeatur radius aliquis irrefractus, per quem obseruatio fiat, & acquiratur veri loci cognitio. At si aer radios ex æthere incidentes refringit, cùm nos aerem superare, aut purissimo æthere in his inferioribus frui non possimus, nullum irrefractum radium vnquam obtinebit Astronomus. Atque adeo nulla prorsus à quouis Astronomo facta obseruatione &c. Quod fuit &c.

Propositio. XXXXIV.

Non est talis, ac tanta vmbrarum euariatio, quæ refractiones lucis in aere factas consequitur; vt absque errore sensibili in opere Gnomonico facilè contemni non possit. Imò talis est, vt oportuno beneficio emendet quodammodo (si non penitus ad debitos Mathematicos terminos reducit) errorem illum, qui ob Gnomonis à terræ centro distantiam, solaribus eleuationibus accidere potest.

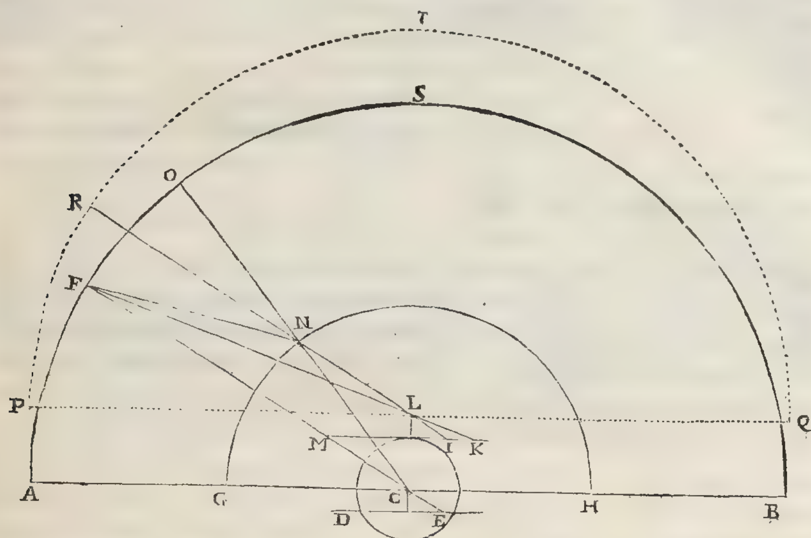
CVm in delineatione Gnomonica, eiusque vsu, refractiones lucis in aere, solaribus supra Horizontem eleuationibus, atque etiam, vt ostensum est, verticalibus à Meridiano distantijs, vitium aliquod, & perturbationem afferant; nec possit, vt etiam ex dictis constat, malum hoc humana industria euitari: videri meritò posset leuem esse consolationem, qua solùm ostenditur malum esse necessarium, non autem leuatur. Sed id ipsum est quod propositione ista præstatur; vt scilicet malum hoc refractionum, non solùm leue in re nostra, ac valde tolerabile, sed etiam quodammodo vtile esse probetur: vnde si hactenus angebat, malum esse necessarium, id est ineuitabile; nunc delectet esse idem necessarium, id est tale, vt sit nobis non parum eius opera necessaria ad malum aliud, quod etiam ineuitabile est, moderandum, si non omnino sanandum; & hoc ipso iam quodammodo non ampliùs esse malum, quod bono vertitur.

Leue esse malum in re Gnomonica refractiones lucis in aere; vel ex eo cōstat quod ita sunt insensibiles, præsertim sereno, & puro aere, vt accuratissimis obseruationibus deprehendi vix possint: & quidem ita sunt exiguæ vt in Thyconicis tabulis quas refert *suprà citatus* Keplerus Sole existente in Horizonte, refractio solùm sit minutorum 34: & eodem eleuato grad. 1 refractio sit min. 26: & in 33 eleuationis gradu sit solùm 55 Secundorum; & ita deinceps decrescat, donec euanescat.

Vt autem intelligatur qua ratione prædictæ refractiones (si quæ fortè sint constanter vniformes) præclarè corrigant, saltem ex parte, euariationem, quam in vmbris licet insensibilem efficit Gnomonis à centro terræ distantia; recolantur ea quæ de hac ipsa distantia, & errore inde consequente dicta sunt *propos.* 12 *huius*; & ijs in memoriam reuocatis.

Sit in terræ superficie horologium MK Horizonti AB æquidistans, & simile alteri, videlicet DE, quod *per eandem* 12 sub eodem Horizonte vltra terræ centrum C, esse, & æqualem cum illo, stylum habere intelligitur: sit etiam circuli cuiuslibet maximi ad Horizontem recti semicircumferentia ASB, & in ea Sol eleuatus in puncto F, ex quo radius per ter-

ræ centrum ſeu ſtyli verticem C emiſſus cadat in E punctum Horizontalis ſubterranei horologij; ſitque ille radius F C E ſecans horologium M K, in M: alius vero ex eodem F radius directè emiſſus per alterius ſtyli verticem L, cadat in K punctum horologij Horizontalis in ſuperficie terræ collocati: erit ſine dubio angulus D E F (qui *per 29 1 Elem.* æqualis eſt ipſi E



M K) maior angulo M K F; cum hic *per 16* eiuſdem ſit minor eodem E M K: erit inquam maior, ſed non ſenſibiliter, vt *eadem propoſ. 12 huius* explicatum eſt.

Iam verò dico illud, quod licet inſenſibile, deeſt æqualitati dictorum angulorum, quodammodo ſuppleri (quodammodo inquam, quia non penitus aſſero fieri, ſaltem ſemper, compenſationem ad æqualitatem geometricam) ſi refractiones fiant regulatè in conuexa Sphærica, terræque concentrica aeris ſuperficie minimè anfractuoſa. Sit enim huiuſmodi aeriæ ſuperficiei, & ſuperficiei refractionis ſectio communis circumferentia G N H, & in ea ipſum punctum incidentiæ ſit N, in quod ex eodem ſupradicto F dirigatur radius F N. Quia igitur ſupponitur diaphanum ſecundum ſub G N H contentum, denſius eſſe quàm ſit diaphanum primum, inter ſuperficiem G N H conuexam, & concauam A F B comprehenſum: radius F N refringetur in N verſus perpendicularem, quæ ſit C N O: ſi verò ita refractus per ſtyli verticem L incedat, ac inde in horologium M K cadat; cadet neceſſariò inter locum ſtyli, & horologij punctum K, verbi gratia in, I; quaſi non ex F, ſed ex R puncto ſuperiori, per lineam directam, & minimè refractam R N L I fluxiſſet.

Hoc autem poſito perſpicuum eſt, inæqualitatem ſupradicti anguli mi-

noris

noris M K F, quem radius non refractus F L K cum ſubiecto plano M K feciſſet; reduci ad æqualitatem cum angulo D E F; in quantum radius F N L I refractè in horologium perueniens ſubſtituitur, propter refractionem in locum eius, qui ſecluſa refractione directus perueniſſet, videlicet in locũ ipſius F L K. Quòd autem ea reductio fiat, vt ſupra dixi, quodammodo ad æqualitatem cum angulo D E F: inde conſtat, quòd angulus M I N, ſeu M I R (quod idem eſt) euidenter maior eſt angulo M K F: & ita accedit magis ad quantitatem anguli D E F. Fieri autem poteſt pro modo, & quantitate refractionis; vt ad eam dicti anguli quantitatem ita proximè accedat; vt etiam illi geometricè fiat æqualis (ſi nimirum refractus N I æquidiſtet ipſi F E) quamuis etiam non negem fieri poſſe, vt & maior fiat præſertim prope Horizontem, vbi maximæ ſunt refractiones: exceſſus tamen non niſi exiguus, & inſenſibilis eſſe poteſt.

Sed quicquid ſit; ſiue angulus M I N fiat maior angulo D E F, ſeu maneat illo minor; ſaltem ſemper erit maior, quàm ſit angulus M K F; atque adeo verum erit refractiones lucis in aere, ſi ex vna parte iniuriam aliquam rei Gnomonicæ facere videantur, magnum ex altera parte eidem afferre commodum; quatenus vmbras omnes, quæ alioqui, & cæteris paribus neceſſariò longiores eſſent in plano M K, quàm in plano D E faciunt in vtroque eſſe vel omnino æquales, vel certè minùs inæquales; & ita emendant, vt dicebam, errorem illum, qui ſolaribus eleuationibus, & conſequenter vmbris obuenit ex diſtantia, quæ eſt inter ſtyli verticem L, & terræ centrum C.

Sicut enim radius refractus I L N transfert Solem per refractoriam apparen-

parentiam ex F in R;ita & transfert Horizontem ex A C B in P L Q, & Verticalem semicirculum A S B in P T Q. Vnde admissis prædictis refractionibus verius erit quod *prop.* 12 *huius* dicebatur, styli verticem L in superficie terræ existentem, posse absque errore sensibili censeri quasi existentem in eiusdem terræ centro C: quandoquidem translatione prædicta refractoria Verticalis A S B in P T Q, transfertur simul etiam centrum eius C in L.

Propositio XXXXV.

Satisfit scrupulo qui prop. 22 fiebat ob refractiones.

SAtisfit,inquam,dicendo lineas rectas,quas vocauimus Opticas, seu radios Opticos, absque erectione Sphæræ Dioptricæ in practica Horographia Optico-Gnomonica, esse vel fideliores, vel æquè fideles (aut parum admodum abest) ac essent lineæ refractæ; ac proinde illis æquè (aut saltem ferè æquè) ac istis suppleri vicem radiorum Solis quamuis refractorum; idque ideo quia, vt *prop. præcedenti* ostensum est, dicti radij Optici, attollendo Solem, compensant parallaxes, quæ illum deprimebant: & quamuis vt *ibidem* dicebatur, eum aliquando attollant supra iustæ compensationis debitum terminum (præsertim, vt etiam *prop.* 22 dicebatur Sole existente, non solùm in Horizonte, sed etiam infra Horizontem) & ita diem longiorem faciant, quàm aliàs futurus reuera esset: & error inde ortus appareat saltem speculatiuè aliquando sensibilis; hunc tamen ipsum errorem, (&, si quis alius similis est) contemnere cogit, perfectæ & vniuersaliter veræ emendationis impossibilitas orta ex refractionum varietate, inæqualitate, ac inconstantia, quæ maxima est etiam respectu eiusdem loci, & diei, vt superiùs ostendi.

Præterea errorem illum contemnere suadet incerta admodum refractionum doctrina. Nam ex hactenus dictis non modò incertum est quanta sit, Sole existente in Horizonte, vel prope Horizontem siue infra, siue supra, refractio, sed nec penitus certum est, esse reuera semper (de industria dico semper, quia vt plurimùm esse non nego) seu prope Horizontem, seu in magna eleuatione, aliquam refractionem; cùm & hoc ipsum meritò in dubium reuocari posse videatur ex dictis *in fine propos.* 36.

Alterutro autem ex his duobus posito, periculum est ne dum scrupulosè nimis, à communi certissima Horographiæ Theoria receditur sub specie emendandi erroris, qui fortè non nisi imaginariò error est; aut saltem non est fortè tantus quantus creditur; veri erroris, & crassi labes turpiter incurratur: sicut ei contigit, qui

Incidit in Scyllam cupiens vitare Charybdim.

Non igitur ob refractiones lucis in aere, deserenda est, vel quouis modo

immutanda communis receptissima, & à nobis hactenus explicata Horographiæ Theoria.

Haud equidem diffiteor esse aliquando cauendum à refractionibus; vt quando instituitur præcipua aliqua obseruatio, ex qua multæ postmodum faciendæ operationes dependent; aliàs enim, si in primarias operationes error irreperet; in reliquas omnes pariter deriuaretur. Ita video obseruatum à Ioanne Baptista Benedicto *ipso primo cap. Rei suæ Gnomonicæ*, vbi aduertit die Æquinoctij plurima vmbræ è stylo decidentis puncta in plano, statim atque à Sole cœperat illustrari, paulatim singulis semihoris plùs minùsue, signata non cadere in lineam rectam. Sed fortè cùm hoc ille obseruauit; non obseruauerat an planum, in quod cadebant vmbræ, esset perfectè planum, vt ego obseruandum esse moneo *lib.2 prop.1*: ex hoc enim potest error, aliquando etiam grauis contingere. Hoc ipsum tamen illi, vtpote accurato, & viro aliàs doctissimo condono, fateorque potuisse errorem illum punctorum non in vnam rectam coincidentium, ex refractione tunc fortè maxima in aere facta prouenire. Sed si ille existimat, ita semper, & quidem regulatè, constanterque euenire; hoc verò est, quod minimè condonauerim ob rationes iam satis, superque in superioribus insinuatas. Et hìc tandem finem accipiat nostra hæc de aerijs lucis refractionibus disceptatio, quę sola ad absolutam vniuersæ Horographiæ Theoreticæ tractationem, ac libri de ea inscripti coronidem desiderari videbatur.

FINIS LIBRI PRIMI.

OPTICE



OPTICE HORARIA

Siue

HOROGRAPHIAE GNOMONICAE

LIBER SECVNDVS.

In quo proponuntur, & demonstrantur praxes expeditissimæ, quibus ad Horariorum Solarium delineationem facilè in quamlibet, & quouis modo dispositam superficiem præsertim planam, proijciantur circuli Sphæræ, qui ita proiecti, cœlestium motuum periodos, radio, vel vmbra Gnomonicè directis, indicare possunt.

PRAEFATIO.

QVAE ad communem radij directi Horographiam videri possent necessaria per modum seu definitionis, seu Postulati &c. qualia in similibus scribendi argumentis præmitti, ac præsupponi mos est; satis fusè habentur libro primo: nec aliud video, quod præterea hic in particulari addi debeat quoad Theoriam. Quoad Praxim verò inuenient hoc libro Tyrones problemata quædam, velut præludia ad ipsam horarij legitimam delineationem necessaria; quæ haud scio an facilè alibi, saltem ita collecta, sint reperturi: itaque in gratiam ipsorum, ne quid illis desit ad perfectam omni ex parte Horographiam Practicam in primas 30 propositiones, peculiari studio contuli ea omnia, quæ in hac parte existimaui esse magis necessaria; vt superficiei in opus Gnomonicum destinate planitiem examinare; Gnomonem orthogonaliter erigere; situm

Horizontalem, vel Inclinationem planorum; lineam Meridianam in quocunque immobili plano tum per Instrumenta, tum sine illis, etiam dato solùm vnico vmbræ è Gnomone decidentis puncto; Declinationem quoque plani cuiuslibet Verticalis; & Poli tum supra Horizontem, tum supra quoduis aliud quomodocunque dispositum planum eleuationem, &c. inuenire. In ijs autem, vt & in cæteris deinceps, eas potissimùm leges tradere studui, quæ factis experimentis visæ sunt habere vel praxim faciliorem, aut compendiosiorem, vel (quod præcipuè semper attendo) tutiorem, seu errori minùs obnoxiam in operatione fidem. Prop. 31 & sequentibus vsque ad 38, horas Astronomicas in quolibet, & quomodocunque disposito plano describo tum lineari methodo Geometrica, tum etiam Arithmetica per tabulas; & quidem tali tabularum compendio, vt duæ omnino, ad quamlibet Poli eleuationem, tabulæ sufficiant pro omnibus horarijs, etiam Declinantibus, ac insuper Declinantibus simul, & Inclinatis. Arcus tum radiorum Zodiaci, tum similes alios diurnos, vna eademque arte, omnibus vtcunque sitis Astronomicis horarijs planis communi, designo: alios tamen facillimos ad rem eandem assigno modos organicos pro omnibus omnis generis horarijs seu planis, seu minimè planis: quos inter fortè is non contemnendus, qui vno simplici ductu quoslibet arcus (seu Hyperbolici illi sint, seu Parabolici, siue Elliptici) quemadmodum circino Circulos, describit. Demum à proposit. 49 ad finem vsque, horas Italicas, & Babylonicas, atque etiam Inæquales communes delineo; cæteris, quæ ad rem Gnomonicam quomodocunque pertinent, lineis in 3 librum remissis, vt etiam in fine istius præmoneo.

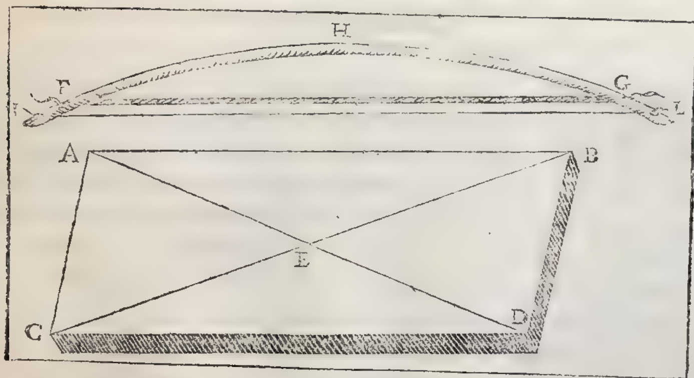
Pro-

Propositio I.

An sit perfectè plana superficies quælibet in opus aliquod Gnomonicum destinata, certò inuenire.

NOn eodem modo à superficie plana, & à non plana secantur superficies, siue planæ, siue conicæ; de quibus *primo libro, præsertim prop.* 19, 20, *&* 21 actum est. Nec possunt vmbræ similes cadere ex eodem, vel simili Gnomone, in superficies minimè similes. Inde autem est, vt minùs accurati in errores incidant; quales ego vidi aliquando fœdissimos: quamuis hi ipsi, non facilè, & à quouis deprehendantur; præterquam in linea Æquinoctiali, vel in Arcubus radiorum Zodiaci: Solis enim in signi alicuius initio existentis radius, vel vmbra in horologio, si ab ea linea, quæ signi eiusdem initium refert, discesserit; Horographi vel imperitiam, vel incuriam arguet; demonstrabitque discessisse ipsum, & aberrasse, à debita norma, atque à præscripto legitimæ Horographiæ.

Quapropter operæ pretium erit, si Horographus (quem ego in omnibus opto esse accuratissimum) priusquam in proposita superficie lineam vllam ducat, eam ad amussim exploret, sitne idonea, in qua horologium, aut simile quid Gnomonicum delineetur: & si quidem deprehenderit non esse planam; vel curet diligenter explanari eam; vel aliam ineat delineandi horologij rationem, similem illi de qua *in tertio libro* acturus sum, cùm de horologio Catoptrico; cuius etiam vsum tradam, *hoc ipso libro prop.* 47, *&* 48 *præsertim in Scholio.*



Sit itaque superficies ACBD (seu muri illa sit, seu asseris, seu marmoris execti, vel similis alterius corporis) in qua delineandum proponitur horologium; & de qua nunc ante ipsam delineationem inquiritur, sitne

perfectè plana. Regula verò rectilinea probata applicetur lateribus eius primùm, videlicet AB, CD; necnon AC, & BD; ac insuper varijs locis tum inter AB, & CD; tum inter AC, & BD: postmodum decussatim applicetur eadem regula binis simul oppositis angulis A, & D, atque etiam B, & C: si enim sic applicatæ regulæ bene coaptetur superficies, erit illa sine dubio plana.

Ego vice regulæ rectilineæ Amussi vtor exquisitissima, quam impensis non multis mihi comparo sic. Ex osse vel potiùs pinna Balenæ, seu ex alia simili materia lenta, arcum conficio vt IHL: cui moderatè incuruato tenuissimum filum sericum bene compactum, vel etiam fidiculam vt IL, subtendo; & si quidem validior fuerit arcus, quàm vt eius vim intenta nimis fidicula, seu filum sericum continere queat; aliam aliquantò crassiorem chordam sufficio, vt FG, quæ difficiliorem, & duriùs reluctantem flexum ita frænet, ac temperet, vt is tenuissimam lineam IL validè quidem intendat, sed minimè diffringat.

Huius instrumenti ita compositi longè certior est fides, quàm cuiuslibet regulæ ligneæ, vel etiam æneæ, aut ferreæ; præsertim si longior requiratur regula. Nam, præterquam quod non ita facilè, & communiter fiunt regulæ longiores; etiam si fiant, perfectam rectitudinem, vel recipere, vel certè diu retinere vix possunt. Fili autem tenuissimi validè intenti rectitudo non est in dubium vocanda, vt magis dicam *sequenti libro ad postulatum quintum.*

Posset præterea quis, si libuerit, filum sericum summis vtrinque digitis apprehensum intendere, & ita intentum, vt supra, superficiei examinandæ applicare; sed hoc intelligitur cùm parua fuerit superficies, nam in maioribus omnino aduocandus erit arcus, vel certè socij alicuius manus auxiliatrix.

Demonstratio.

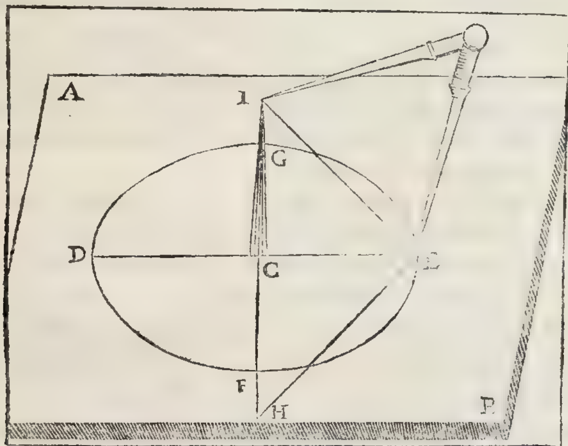
QVia enim *per* 2.11 *Elem.* triangulum ACB in vno est plano, & similiter oppositum triangulum BDC in vno quoque est plano; linea AD secans trianguli ACB latus vtrumque in angulo A, & subtendentem CB in E, est *per eandem proposit.* in plano eiusdem trianguli ACB. Quia verò eadem AD, secat etiam vtrumque latus trianguli BDC in angulo D, & in E communem vtriusque trianguli subtendētem CB: erit dicta AD etiam in plano trianguli BDC. Et quia dicta AD supponitur recta; sequitur vtrumque triangulum in vno esse plano; alioqui enim essent in duobus planis adinuicem inclinatis, & facientibus angulum in communi segmento CB; & ita sequeretur rectæ AD partem AE esse in subiecto plano, reliquam verò eiusdem partem ED esse in sublimi, quod est impossibile *per primam* 11. Igitur tota superficies ACDB, continens prædictum vtrumque triangulum, & amussi, vt dictum est, applicatæ perfectè congruens

gruens, æqualiter suas interiacet lineas, atque adeo plana est iuxta definitionem 7. 1 *Elem.* Quod fuit demonstrandum.

Propositio II.

Gnomonem ad angulos rectos, in dato plano erigere.

SIt planum A B, in cuius puncto dato C figendus proponitur stylus CI, tali modo, vt cum dicto plano angulos ex omni parte æquales efficiat. Ex C tanquam centro ducatur circulus ad libitum D F E G, ductisque dua-



bus diametris D E & G F inuicem se orthogonaliter secantibus in C producatur C F; vsque in H; itaut C H æqualis sit longitudini styli I C: mox ducta subtendente E H, aperiatur circinus secundùm interuallum E H, eiusque ita aperti pes vnus, vertici Gnomonis iam erecti I applicetur; alter verò hincinde per puncta E, & D, necnon G, & F, vel etiam per totum circulum ducatur: Et si quidem dictis punctis, vel toti circulo æqualiter omni ex parte congruat, iam plano stylus ad angulos rectos insistit: sin autem pes ille mobilis ex vna parte intra circulum, ex altera verò extra cadat; adducatur, vel reducatur in hanc vel illam partem (prout opus esse conspicietur) vertex I, donec circini, vt priùs, aperti pede immobili eidem vertici semper adhærente, mobilis pes dicta puncta E, D, G, F æqualiter attingat, ac tum demum in optato orthogonali situ Gnomon C I collocatus fuerit, quod erat propositum.

Aliter

Aliter Gnomonem ad angulos rectos, in dato plano erigere.

Posset idem adminiculo vulgaris normæ rectangulæ præstari; si enim eius, viciſſim per quatuor (aut ſaltem per duas vt in C E, & C F) partes, inter ſtylum, & planum aptatæ latus vnum plano, alterum ſtylo debitè congruat; erit tunc ſtylus ex omni parte ad angulos rectos cum plano. Tamen ſi fortè ad baſim atque ad cuſpidem non æquale fuerit ſtyli craſſamentum, hac arte, vt perſpicuum eſt, non facilè ſuccedet negotium, latera enim ſtyli, verbi gratia conici, cùm non poſſint ſimul hinc, & inde angulos rectos cum plano facere; conſequenter erecto lateri normæ rectangulæ, ipſis ſubinde applicatæ, non poterunt æquè conuenire: ſed huic incommodo ſatisfiet, ſi chartaceus, aut ſimilis alterius materiæ ſolidus orbiculus reſecetur æqualis baſi ſtyli, ac deinde in ſummitate eiuſdem ſtyli ita collocetur, vt orbiculus quidem baſi parallelus exiſtat, centrum verò eius axi tum baſis, tum totius ſtyli, conueniat; tunc enim erectum normæ rectangulæ latus baſim ſtyli, ſimul & circulum chartaceum per quatuor, vel ſaltem tres, aut duas, vt dictum eſt, partes æqualiter contingens demonſtrabit legitimum ſtyli ſitum.

Si verò è contra ſtylus non ad angulos rectos erigendus foret, ſed ſiue ob venuſtatem, (*vt prop. 7 primi huius* habetur) ſiue ob aliud maius commodum, cum quadam inclinatione collocari deberet; tunc quidem quoad priorem praxim nihil penitus immutandum eſt: quia licet tunc ſtylus, ſiue aliud quid ſimile vmbroſum, figi non debeat in puncto C, ſed alibi; vt inter C, & A, aut inter C, & B; tamen iuxta dicta *eadem citata prop.* punctum C cenſetur, & dicitur locus ſtyli; cui loco ad angulos rectos imminet apex, qui & Sphæræ centrum refert, & vmbram proijcit, qualemcumque, vel vbicumque ſitum obtineant imæ partes haſtilis, aut ſimilis opaci corporis, cuius ſolus vertex vtilem vmbram producit: ac proinde ex puncto C deſcribendus circulus D F E G, ſicut priùs; aliaque ſimili modo præſtanda ſunt.

Quod ſi quis norma rectangula vti maluerit iuxta poſteriorem praxim, is primò circulum circa centrum C deſcribat æqualem illi maximæ peripheriæ verticis vmbriferi, quæ plano horologij parallela futura eſt; tum verò huic peripheriæ, & deſcripto circa C circulo aptata hincinde norma rectangula orthogonalem ſupra C verticis ſitum indicabit; cùm autem de peripheria maxima verticis vmbriferi loquor, ſuppono eminere in ſummo Gnomonis faſtigio globulum, ſiue ſtellulam, aut ſimile quid latitudinem aliquam habens, ex quo ſenſibilis cadat vmbra in horologium, vti dictum eſt *eadem prop.* 7; aliàs enim ſi ſtylus ſic eſſet acuminatus, vt extrema ſola cuſpis acutior pro ſphæræ centro deputaretur quemadmodum in minoribus horologijs fieri poteſt, tunc ſanè ſoli cuſpidi, & puncto C applicanda eſſet norma rectangula, dum tamen inclinatio ſtyli tanta

eſſet,

esset, vt eius extrema cuspis ab erecto normæ latere contingi valeret.

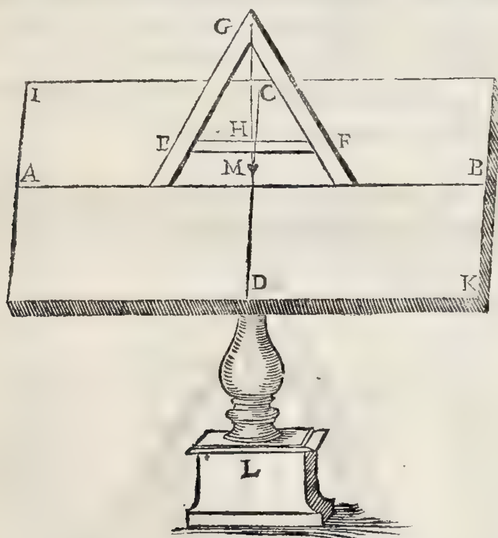
Sed quid in istis diutiùs immoror? Iam enim ex dictis facilè quiuis intelligere potest quid in quauis differentia Gnomonis, in proposito negotio agendum sit.

Demonstrationem huic vtrique praxi subijcere, superfluum existimo, nam posteriorem quidem demonstrat abundè, sola normæ rectangulæ non dubia fides: prior verò nullo negotio demonstrari potest tum *per 4 11 Elem. tum per definit. 3 eiusdem.*

Propositio III.

Datum planum ad Horizontem parallelũs constituere.

FAbrûm hoc problema est, vt videtur; nonnihil tamen in eo est, quod accuratior obseruet Horographus: equidem communiter ita fit, vt plano I K super basim L ad Horizontem parallelũs constituendo Libella

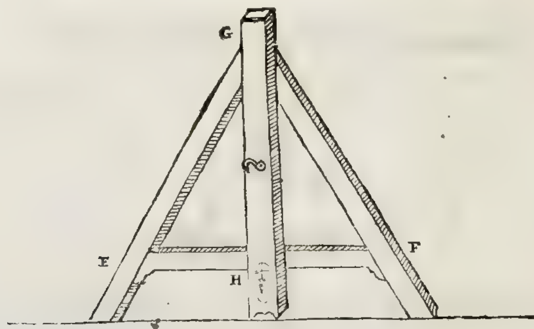


E G F aptetur primùm, verbi gratia, secundùm lineam A B, deinde secundùm lineam C D; & planum ipsum in hanc vel illam partem moueatur, deprimatur, extollaturue, donec filum perpendiculi conueniat lineolæ fiduciali H. Ita, inquam, communiter fabri: sed illi vix aut parum curant duo, quæ ego velim præcipua cura obseruari. Primum est, vt Libella angulum E G F habeat acutum, potiùs quàm obtusum, vel etiam rectum; & transuersa regula E F distet à vertice G quantùm fieri poterit, id est quantùm permiserit magnitudo globuli plumbei M; qui sub illa, ita

ita liberè moueri posse debet, vt nec eam, nec subiectum planum I K contingat; hoc autem ideo requiro, vt & longius sit filum perpendiculi G H M, & simul maius sit interuallum quod est inter verticem G, & notam fiducialem H in regula E F; quò enim maius est hoc interuallum cæteris paribus, eò certior est Libellæ fides. Sit etiam filum G H M perpendiculi tenuissimum, vt non fabrilem, sed mathematicam amussim sapiat. Mitto alia quæ ad mechanicam legitimam structuram instrumenti pertinent, vt scilicet trianguli duo latera G E, & G F, à vertice vsque ad imam vtramque basim regularum lateralium sint perfectè æqualia; punctum vero G, cui filum adhæret immobiliter, & lineola fiducialis H, sint in linea quæ totum triangulum G E F in duo æqualiter diuidit, aut certè in alia quæ eidem sit parallela.

Aliud, quod in hac, & similibus operationibus obseruari desidero, est; vt nec statim, nec facilè credatur filo perpendiculi, cùm in lineolam fiducialem H ceciderit, sed iterum, interumque & sæpius probetur, vtrumnam liberè, & minimè agitato pondere in illam sponte cadat, facilè enim potest in his error contingere. Præcipuè verò timeri debet error, si quando (vt non raro accidit) vento, vel aliter commotæ auræ expositum sit perpendiculum; siquidem ventus, etiam lenior, liberum perpendiculum perflat, & commouet, ipsaque vel leui agitatione constantiam eius, ac fidem in ambiguum adducit; quapropter omnino suaserim opus differri, donec compositus ventus, vel aura quieuerit; vt ita perpendiculi fides minimè dubia habeatur.

Hoc equidem casu perpendiculum ego ita communio, vt in Theca lignea probè reconditum, ventorum flatus quoslibet facilè spernat, hoc



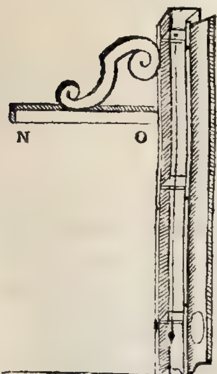
modo. Thecam vt G H oblongam è ligneis tabellis optime dedolatis construo, cuius anterior tabella fibulis in hunc finem aptè consertis aperiri possit, cùm opus fuerit, & occludi, relicta solùm in imo veluti fenestella, qua cernatur latentis intus perpendiculi tum globulus, tum filum, sicut & lineola fiducialis similis illi, quæ paulò ante in regula E F notata fuit signo H: ipsam tamen fenestellam crystallus, aut simile quid pellucidum aptè

integat.

integat. Filum perpendiculi opto esse partim sericum, & partim æneum, sed tenuissimum; ita vt tam superior pars duos solùm transuersos digitos, quàm ima (ad lineam fiducialem H, & globulum) tres circiter longa, serica sit: reliqua autem inter eas media longior pars fiat ex æreo filo tenuissimo, non rigido, sed ad ignem coctione mollito, & quidem non perpetuo, sed in tres quatuorue catenatim nexas partes diuiso. Rationem cur longiusculo perpendiculo filum æreum interseram, dicam interius *prop.* 12, 4 *modo inueniendæ lineæ Merid.* In sequenti schemate, vbi Theca expressa est velut aperta, conspicies filum perpendiculi (dicto videlicet modo compactum e serico, atque æneo) secundùm supremam sericam partem alligari, vel committi perforatæ tabellæ in summa Theca ad medium; & secundùm imam pariter sericam partem, probe globulum, ferire lineolam fiducialem, quæ item ad medium est, ita vt integra illi conueniens perpendiculi linea, lateribus Thecæ æquidistet.

Huiusmodi Thecam perpendicularium, necto cum supradictæ Libellæ triangulo EGF, itaut illi firmiter copuletur, eius verò puncta fiducialia, apprimè respondeant lineæ (vt ante dicebam) triangulum EGF, in duo æqualiter diuidenti, in qua videlicet sunt punctum G cui filum adhæret, & lineola fiducialis H: & vtor iam vt suprà Libella sic instructa ad rem certam.

Vel aliter. Thecæ perpendiculariæ annecto regulam rectilineam NO, itaut cum eius latere item rectilineo, ac ipsi interiori lineæ fiduciali parallelo rectum angulum in O constituat. Et hoc etiam instrumento, facillimè, & certissimè comprobo, num Horizonti planum IK æquidistet; ipsius nempe instrumenti seu normæ rectangulæ regulam NO applicando, vt suprà, vtrique plani IK lineæ AB & CD; Theca ipsa, cum perpendiculo, liberè deorsum propendente ex A, seu ex B; atque etiam ex C, vel ex D.



Demonstratio.

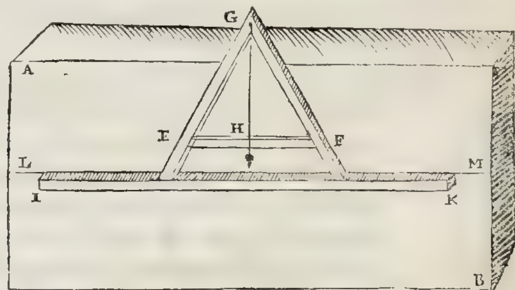
Quia enim linea perpendiculi recta est ad Horizontem, vtpote à Zenith, hoc est à polo Horizontis, versus centrum pendens, atque adeo cum eiusdem axe coincidens: & quia insuper eadem linea perpendiculi *per* 4, 11 *Elem.* ad planum IK recta est; cùm iuxta instrumenti fidem recta supponatur ad vtramque in eo plano ductam lineam AB, & CD: sequitur *per* 14 *eiusdem* 11 planum IK parallelum esse Horizonti.

Pro-

Propoſitio IIII.

Lineam Horizonti parallelam in plano ſupra Horizontem quomodocunque erecto deſignare.

DVobus modis poteſt aliquod planum ſupra Horizontem erigi, nempe quia poteſt cum eo conſtituere angulum, vel rectum, vel obliquum; nam hoc ipſo quòd non æquidiſtat Horizonti, intelligitur ſupra ipſum erigi; ſi autem non æquidiſtat, neceſſariò angulum cum eo facit, & quidem rectum (ſi planum fuerit Verticale) vel obliquum acutum (ſi fuerit planum ad Horizontem inclinatum) *ex prop. 9 libri* 1, vbi plani ad Horizontem Inclinationem definiui. Hanc itaque propoſitionem duobus præceptis abſoluam: primo enim dicam de linea quæ Horizonti æquidiſtet in plano ad Horizontem recto deſignanda; 2. De eadem deſignanda in plano ad Horizontem inclinato.

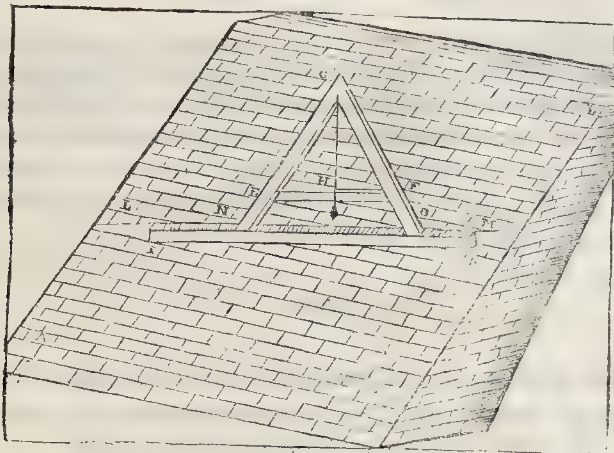


Sit planum A B ad Horizontem perpendiculare (an autem ſit reuera perpendiculare ſtatim dignoſces ex applicatione perpendiculi, nec eſt cur in hoc immorer) in quo proponitur deſignanda linea Horizonti parallela. Huic itaque plano ſi regulam rectilineam vt I K applicueris, eiuſque ſuperiori lateri Libellam *propoſit.* 3 deſcriptam impoſueris E G F; cùm linea perpendiculi in punctum fiduciale H ceciderit, erit prædictum latus regulæ I K, Horizonti parallelum: & ita ſecundùm idem latus lineam L M deſcribes; quæ erit optata Horizonti parallela in plano ad ipſum recto.

In plano autē ad Horizontem inclinato ſimilem Horizōti parallelam lineam ſic inuenies. Sit in ſequenti figura propoſitum planum ad Horizontem inclinatum A B: ſit etiam regula rectilinea I K eidem applicata; cuius ſuperiori antico labro, vt in O, & N, imponatur Libella E G F; teneatur autem eo modo erecta Libella, moueaturque ſimul cum regula I K, donec linea perpendiculi liberè penduli, puncto fiduciali H conueniat; tunc enim poſticum ſuperius regulæ labrum, à quo ſubiectum planum

inclina-

inclinatum A B contingitur, erit Horizonti parallelum, ſicut & parallelum eſt antico labro N O, ſi quidem regula bene conſtructa ſit. Atque

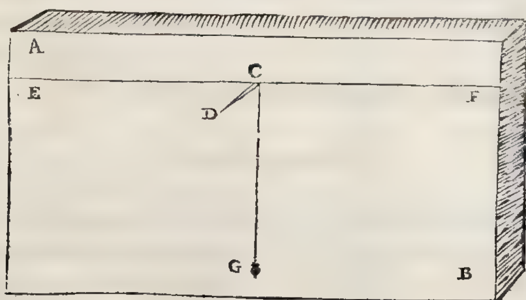


adeo ſecundùm idem poſticum regulæ labrum, vel etiam ſecundùm anticum (ſi exigua fuerit regulæ craſſities) vel potiùs ſecundùm vtrumque ducenda erit Horizonti æquidiſtans Linea L M.

Demonſtratio in his eſto penes fidem Libellæ, & regulæ rectilineæ.

Propoſitio V.

Dato ſtylo in plano ad Horizontem recto, lineam Horizontalem id eſt communem eiuſdem plani, et Horizontis ſectionem in eodem plano deſignare.



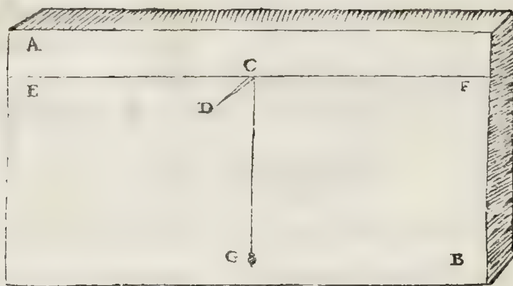
SIt A B planum Verticale quodcumque, id eſt ſiue declinans, ſiue non; ſit etiam (per ea quæ dicta ſunt *in fine prop.7 primi huius*) C locus dati ſtyli C D. Accepta regula rectilinea, & Libella, *vt præcedenti propoſitione*, duco per C locum ſtyli, rectam E C F; quæ erit ſectio communis propoſiti plani, & Horizontis.

Demonstratio.

QVia Horizon per D verticem ſtyli tanquam per centrum Sphæræ tranſit ex dictis *prop.* 11 *primi huius*; & quia inſuper ſtylus, vtpote ad planum Verticale rectus, eſt in plano Horizontis; tranſibit idem Horizon (atque adeo communis eius, & plani A B ſectio) per C locum ſtyli. Reliqua penes fidem Libellæ ſunto iuxta dicta *duabus præcedentibus propoſitionibus.* Igitur dato ſtylo rectè inuenta eſt linea Horizontalis; quod fuit &c.

Propoſitio VI.

Dato ſtylo in plano ad Horizontem recto lineam, Verticalem, quæ ſit communis ſectio eiuſdem plani, et circuli Verticalis ad ipſum recti, inuenire.



REpetatur præcedentis prop. figura; ſitque planum Verticale quodcunque AB, & ſtylus eidem ad rectos angulos inſiſtens C D. Ex C loco ſtyli, demitto liberum perpendiculum C G, ac diſpoſita ſecundùm eius lineam, regula rectilinea, deſcribo optatam Verticalem C G.

Demonstratio.

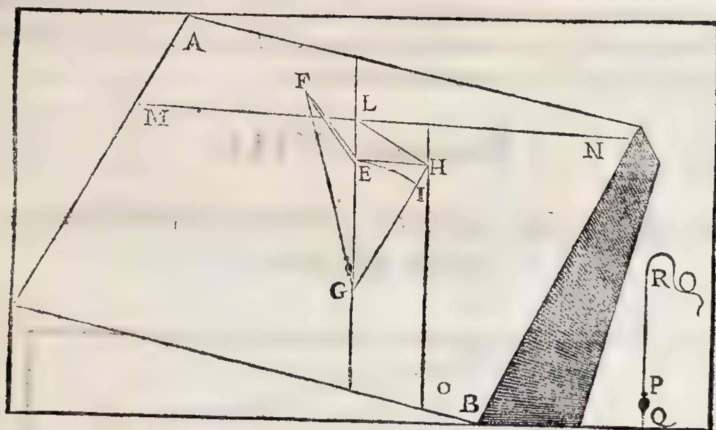
QVoniam enim ſtylus D C per conſtructionem ad planum A B rectus eſt; circulus Verticalis per eius verticem D, & locum C incedens, erit *per* 18.11 *Elem.* ad idem planum rectus; & quia tam Verticalis ille circulus, quàm ipſum planum propoſitum, rectos cum Horizonte angulos conſtituunt, erit *per* 19 eiuſdem communis eorum ſectio C G ad Horizontem recta; atque adeo optimè ea ducta fuerit ſecundùm lineam perpendiculi, quæ non poteſt non eſſe ad Horizontem recta. Igitur dato ſtylo in plano ad Horizontem recto, lineam Verticalem rectè inuenimus, quod fuit demonſtrandum.

Pro-

Propositio VII.

Dato stylo in plano inclinato, designare in eodem lineam Verticalem, idest sectionem communem ipsius plani inclinati, et circuli maximi tum ad idem planum, tum ad Horizontem recti.

SIt planum inclinatum AB, & stylus EF eidem *per prop. 2 huius*, ad angulos rectos infixus. Sumo extremis digitis perpendiculi filum FG, eoque ad verticem styli F applicito, sino globulum G liberè dependere, &



paulatim absque agitatione prolabi; donec inferior prominens, & in hanc rem optimè aptata (aptata inquam modo statim dicendo) globuli cuspis subiecto plano allabatur vt in G: si enim per punctum huius contactus G diligenter notatum, ac per locum styli E lineam rectam duxero EG; erit hæc desiderata linea Verticalis.

Opto autem præsertim ad negotium huius problematis, & similium, vt globulus perpendiculi ex ære, aut ferro, vel alia simili materia solidiori, quàm sit plumbum, torno (si fieri potest) elaboretur, aut aliter ita affabrè conficiatur, vt cùm pependerit, centrum grauitatis eius, imæque cuspidis vertex, in vna simul recta linea perpendiculi producta, vt est RPQ, reperiantur; hoc enim tantùm modo poterit ea cuspis dictum punctum G fideliter indicare.

Demonstratio.

QVia namque per verticem Gnomonis F *ex dictis propositione* 11 *libri superioris* incedit circulus Verticalis ad propositum planum A B rectus: incedit etiam per totum stylum F E, atque adeo per locum eius E *per conuersam* 18 11 *elem.* Et quia F G linea perpendiculi, vt dictum est applicati, est communis sectio omnium Verticalium; per eam incedit idem Verticalis; atque adeo sic per punctum contactus G incedit, sicut incedit per punctum verticis styli F; cùm per constructionem punctum hoc vtrumque, sit pariter in linea perpendiculi. Igitur recta per G, & E ducta, erit sectio communis plani A B, & circuli Verticalis, qui ad idem planum rectus est. Igitur rectè designata est linea Verticalis in dato plano inclinato; quod fuit demonstrandum.

Propositio VIII.

Dato stylo in plano inclinato, lineam Horizontalem in eodem designare.

REspetatur figura præcedentis propositionis. Sitque planum, & stylus, vt ibidem; linea autem Verticalis iam ducta G E producatur sursum, versus L; & aperto circino sumatur interuallum longitudinis styli E F, eique fiat æqualis E H, Verticalem G E secans ad angulos rectos in E: tum ducta recta G H, ducatur eidem perpendicularis ex puncto H, recta H L secans Verticalem in L: ac denique per L ducatur optata Horizontalis M L N ad angulos rectos cum Verticali G E L.

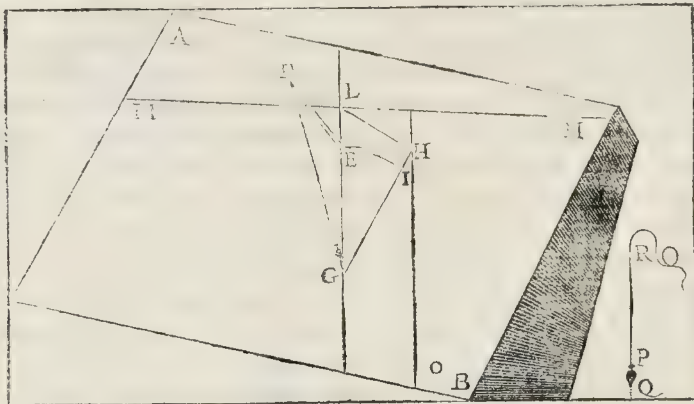
Demonstratio.

COncipiatur triangulum H L G ſuper immota baſi L G attolli, donec E H cum ſtylo E F conueniat, coincidet quoque tunc H G cum linea perpendiculi F G : quia verò linea perpendiculi, coincidit cum Horizontis axe, per quem, & per rectam productam G E L tranſit Verticalis ad planum propoſitum rectus *per præcedentem prop.* erit H L (ſiue F L, quod nunc idem eſt) in plano eiuſdem Verticalis: & quia dicta H L recta eſt ad H G, ſiue F G axem Horizontis, qui *ex propoſ.* 11 *primi huius* tranſit per verticem ſtyli F; erit eadem H L, (ſiue nunc F L) etiam in plano Horizontis: atque adeo illa erit communis ſectio Horizontis, & prædicti Verticalis: & commune vtriuſque punctum in plano A D, erit L. Igitur per L ducenda eſt in propoſito plano deſiderata linea Horizontalis M L, M : ducenda, inquam, eſt ad angulos rectos cum linea Verticali G E L: quia enim A B, & Horizon, duo plana ad circulum Verticalem, qui per F E incedit, recta ſunt, eorum quoque communis ſectio M N erit ad eundem Verticalem recta *per* 19 *propoſitio* 11 *Elem*. quia verò G E L *per præcedentem* eſt in plano eiuſdem circuli Verticalis; ideo cum hac etiam rectos in puncto L angulos facit eadem Horizontalis M N *per* 3 *defin.* 11 *elem.* Igitur in dato plano inclinato lineam Horizontalem rectè deſignauimus, quod fuit demonſtrandum.



Propositio IX.

Dato plano inclinato, quantitatem inclinationis eius inuenire.

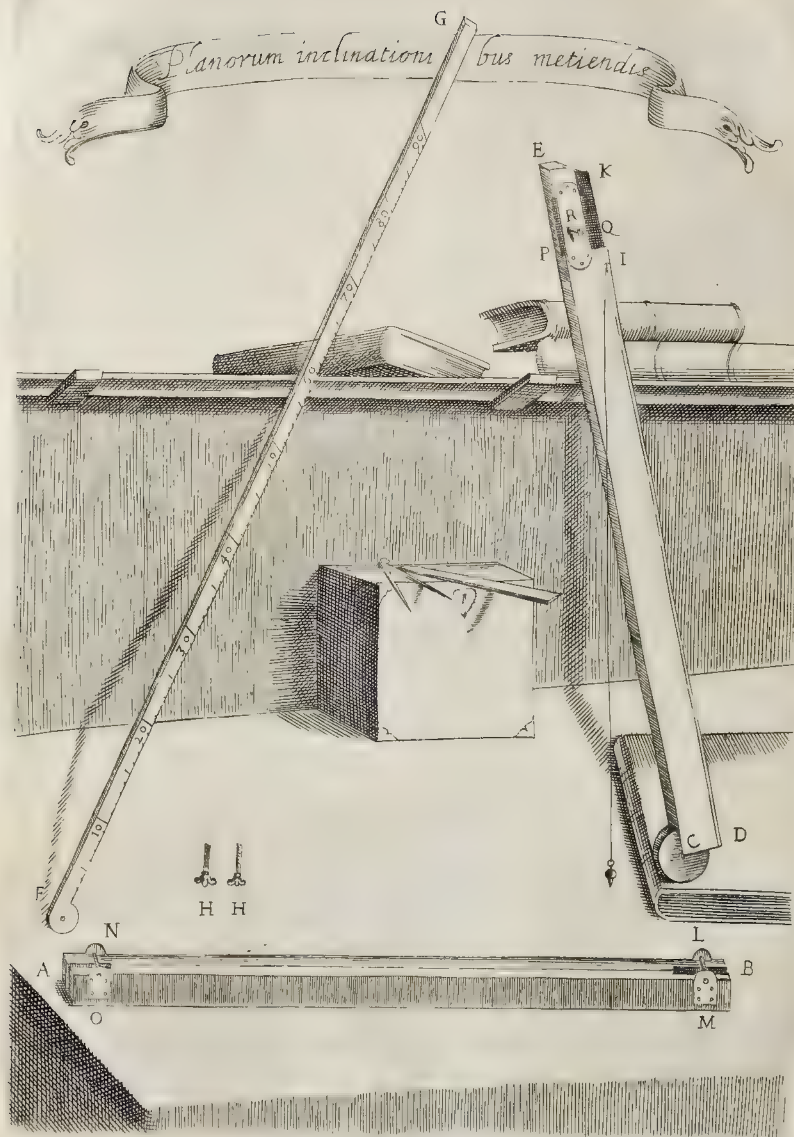


REpetatur figura *prop.* 8; ſignatoque, vt ibidem, puncto G, ac ducta linea Verticali GE; fiat vt *in præcedenti* triangulum GHE; tum ex puncto G, tanquam centro, ducto arcu circuli EI, numeratiſque accuratè gradibus contentis inter rectas GI, & GE, cognoſcetur ſtatim quantitas anguli IGE, cui æqualis eſt angulus inclinationis: & ita quantitas anguli inclinationis erit cognita.

Demonſtratio.

COncipiatur *vt præcedenti prop.* triangulum GHL, ſimul cum recta HO (quæ per verticem ſtyli H, ſiue F, ducenda eſt parallela ipſi GE L) concipiatur, in quam, attolli donec EH cum ſtylo EF conueniat; erit, vt dictum eſt, recta GH, ſiue GF, axis Horizontis: recta verò HO erit communis ſectio Verticalis circuli ad planum AB recti, & ſimul circuli maximi, cui idem planum æquidiſtat. Et quoniam *per propoſ. 9 primi huius*, angulus inclinationis eſt GHO; vtpote comprehenſus inter axem Horizontis GH, & circulum maximum, cui dictum planum æquidiſtat; ideo quantitatem propoſitæ inclinationis dabit angulus HGE, cùm hic ipſi GHO æqualis ſit *per conuerſam propoſ. 27 primi elem.* Itaque rectè inuenta fuit quantitas inclinationis plani AB, quod fuit demonſtrandum.

Pro-


Planorum inclinationibus metiendis
G
E
K
R
Q
P
I
C
D
F
H H
N
L
A
B
O
M

Propoſitio X.

Inſtrumentum ad inclinationes planorum inuenien-das conſtruere.

PAretur è Nuce, Pyro, Sorbo,aut ſimili electo ligno, vt Ebeno, regula A B longa Palmos circiter duos, vel tres; duos craſſa digitos, lata verò tres, cæteroqui perfectè dolata, & explanata, & conquadrata; quæ erit veluti baſis inſtrumenti: tum à perito artifice fiant in vtraque extrema regulæ parte ad A ſcilicet, atque ad B inciſuræ,ſeu crenæ ſe ſe ex aduerſo reſpicientes, quæ ſemicirculos vtriuſque mox deſcribendæ regulæ nempe F, & C, circa ſua ipſorum centra, cum ipſiſmet ſuis regulis mobiles admittant: hæ tamen crenæ non ſint æqualiter latæ, ſed crenæ A tribuatur media tantùm pars latitudinis crenæ B: & huius quidem locus ſit in medio craſſamenti regulæ inter vtramque laminam, (de qua mox) L videlicet, & M: crenæ autem A locus ſit præcisè à lineola, quæ eſt in medio craſſamenti; exporrigaturque ſecundùm latitudinem versùs laminam O.

Itaque quoad laminas; in lateribus regulæ ad medium vtriuſque inciſuræ, vt in M, & L,ſimiliterque in O, & N, excauato hincinde paululùm ligno, coaptentur, coæquentur, & firmiter copulentur quatuor orichalceæ laminæ, vt aliquantulùm emineant ſupra ſuperius vtrumque labrum regulæ. Hæ verò ita aptè perforentur; & ipſum regulæ lignum, ad vtrumque eius caput videlicet A & B, inter geminas laminas, ſulco ſemicylindrico; ſic excauetur ad menſuram ſemicircumferentiæ inferioris foraminum, vt orichalcei teretes clauuli H, H geminis in O, N, & M, L foraminibus inſerti, ea quidem ſimul cum ſulco ad iuſtam menſuram impleant; extent verò media precisè parte ſuæ propriæ craſſitiei, ſupra ſuperiorem illam regulæ planitiem, & cum vtraque laterali eiuſdem regulæ planitie ſint ad angulos rectos.

Deinde alia è conſimili ligno, ſimiliter doletur regula, vt C D, tres plùs minùſue lata digitos, tali craſſitie, vt crenam B quaſi digitalem exactè impleat, habeat verò in ima ſui parte circulum C ex ſe ipſa ſibi cohærentem, ſic aptè reſecatum, & perforatum, vt foramen quidem immiſſus ad angulos rectos clauulus H impleat; per centrum verò foraminis tranſeat hincinde labri vtriuſque linea fiducialis E C; hic vero ita paratus circulus crenæ B aptè committetur; in eaque ſimul cum adhærente ſibi regula confirmabitur traiecto clauulo H. poterit huius circuli diameter ſicut & crenæ B longitudo, eſſe duorum digitorum: huius præterea regulæ tanta ſit latitudo, vt extra circulum C ad partem D, locus in ipſa ſuperſit pendenti globulo perpendiculi, cuius ſuperius fili tenuiſſimi caput colligandum eſt ad punctum I, itaut liberè poſſit dependere, & coaptari lineæ in

ipſa

ipſa regula notatæ ab I versùs D, quæ quidem linea æquidiſtet fiduciali recto regulæ labro E C.

Sumpta poſtmodum diſtantia, quæ eſt inter centra duorum foraminum N, & L, ſiue inter O, & M in regula A B, ſumatur eidem diſtantiæ æquale interuallum à centro circuli C ſurſum versùs, in hac eadem regula E D; termineturque dictum interuallum, verbi gratia, ad punctum P: itaque ex P in Q ducenda eſt linea ad latus E C, atque ad latus K D pariter perpendicularis: ab hac autem linea P Q ſurſum, versùs E K ſubtiliter reſecanda eſt media pars craſſamenti regulæ, ita tamen vt ſurſum versùs E relinquatur quod ſuſtineat laminam orichalceam P E ibidem aptè copulandam, & confirmandam, relicto inter P, & E quadrangulari meatu, quo liberè moueri, & excurrere poſſit, immiſſa regula mox deſcribenda. in ea demum lamina ad medium dicti meatus ſit cochleola, quæ intùs adacta regulam illam liberè cæteroqui mobilem conſtringat, & hoc modo totum inſtrumentum in optato angulo contineat, cùm opus fuerit.

Tertiò ſimili opere, & è conſimili materia fiat regula F G, cui quidem latitudo tribuatur paulò maior quàm digitalis, craſſities verò æqualis dimidiatæ craſſitiei regulæ vltimò deſcriptæ E D; eique ſimiliter ex ſe ipſa adhæreat circulus F reſecandus, & perforandus ad modum circuli C, committendus verò paratæ ipſi in A crenæ, & traiecto mox clauulo H in eadem firmandus: regulæ ipſius pars reliqua vſque in G ita fiat, vt quadrangulari parato in E P meatui inſerta liberè moueri poſſit; longitudo ipſius regulæ tanta debet eſſe, vt commiſſo inciſuræ A circulo eius F, extendi poſſit vltra meatum P, vſque in K, vel circiter; quando regula E D (prout aliquando opus erit) conſtituetur ad angulos rectos cum ſubiecta regula A B.

Denique in hac regula diſtingui debent gradus quadrantis circuli; vnde & vocari poteſt ſcala quadrantis circuli: modum tamen quo gradus illi in ea diſtinguendi ſint, hic non dicam, quia *libro 3 prop. 32* eum exponam, vbi ſcalam ſemicirculi integram deſcripturus ſum; tantùm hic aduerto ſemidiametrum circuli, qui in hoc opus pro deſignandis in dicta regula gradibus adhibebitur, debere ſumi æqualem toti interuallo, quod eſt inter duo quælibet laminarum foramina, videlicet L, & N, ſeu M, & O, ſiue, quod in idem recidit, interuallo quod eſt inter centrum circuli, foraminiſque C, ac punctum P, à quo ſurſum versùs incipit meatus quadrangularis ſupradictus. Reliqua ad deſignationem graduum neceſſaria reperies, vt dixi, *lib. 3 prop. 32.*

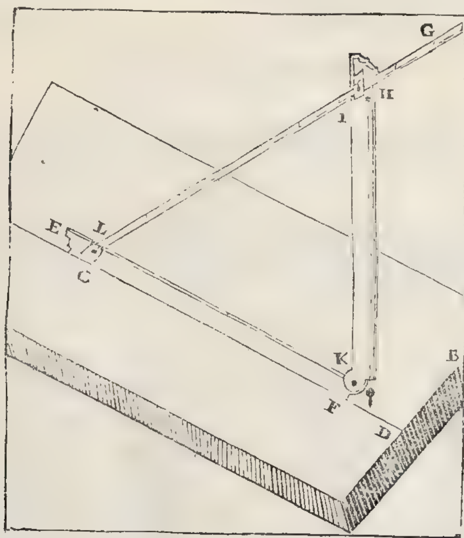
Poterit huic inſtrumento, ſi ventus coegerit, adiungi theca perpendicularia modo iam indicato *prop. 3 huius.*

Pro-

Propositio XI.

Plani cuiuslibet propositi ad Horizontem non recti inclinationem; parati iam instrumenti beneficio inuenire.

PRæter modum inueniendæ inclinationis, iam traditum *prop. 9*; placet etiam alium tradere, qui perficitur ope instrumenti, de cuius constructione cùm actum sit *prop. 10 præcedenti*, nunc de vsu agendum; erit autem hic fortasse non iniucundus; vtpote, qui sit & non multùm operosus; & simul tamen admodum certus; quin fortè etiam certior illo iam dicto *prop. 9*; certior, inquam, quoad praxim; nam quoad Theoriam; certitudinem demonstrationis superare nequit instrumenti quantalibet certitudo. Nostri itaque instrumenti, in inueniendis inclinationibus, vsus, duobus modis absolui potest: vel primò supponendo iam designatam in plano inclinato lineam, Verticalem, de qua *prop. 7*; vel independenter ab illa. Vtrumque verò modum sic paucis explico.



Primò si linea Verticalis vt C D, in plano inclinato A B designata iam sit *per prop, 7 huius*, vel quouis alio modo, iuxta & secundùm illam collocetur ad amussim regula inferior E F, seu basis instrumenti; itaut regula perpendiculi, partem inferiorem teneat, altera superiorem: mox verò ambæ iitæ regulæ, videlicet K H, & scala L G, ex sua quæque parte paulatim attollantur, donec liberum perpendiculum in debita linea fiduciali componatur; tunc enim gradus scalæ inter centrum eius L, & terminum I (quo

videlicet

videlicet erectæ regulæ K H latus K I ſcalam L G ſecat) comprehenſi dabunt quantitatem inclinationis dicti plani.

Secundò, ſi linea Verticalis nondum habeatur, poterit nihilominus ſolius ope inſtrumenti, eadem inclinatio, imò & ipſa linea Verticalis, vna eademque operâ inueniri. Erigantur, vt ſuprà, ambæ regulæ mobiles inſtrumenti, ita tamen vt eiuſdem baſis ad ſuperficiem ipſius plani inclinati applicata incedat per locum ſtyli, qui ſit verbi gratia C; & regula perpendiculi K H ſtet in parte inferiori, vt etiam ſuprà dicebatur; tunc verò altero capite baſis vt E adhærente ſemper dicto loco ſtyli C, alterum eiuſdem baſis caput F paululùm huc illuc moueatur, & interim perpendiculum diligentiſſimè obſeruetur: nam vbi erit maior baſis E F eleuatio, ſeu vbi erit minor angulus, inter baſim eandem, & regulam perpendiculi; vel, quod idem eſt, vbi erit minor numerus graduum ſcalæ à prædicta regula perpendiculi abſciſſus, ibi in propoſito plano, ſecundùm latus baſis inſtrumenti, erit vera linea Verticalis per C locum ſtyli ducenda; & præterea abſciſſus tunc in ſcala graduum numerus dabit quæſitam inclinationis quantitatem.

Demonſtratio huius operationis eadem eſt quæ *prop.* 9, & 7; quare inde peti poterit, neque hic eſt repetenda.

Propoſitio XII.

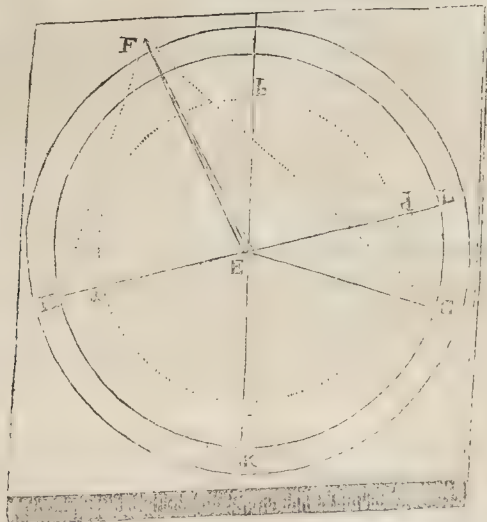
Lineam Meridianam inuenire.

ANtequam de linea Meridiana in plano ad horarij delineationem parato deſignanda agatur, dicendum eſt de eadem inuenienda quaſi in genere, & ſolùm reſpectu cuiuſlibet loci, in quo varia plana, & diuerſi modè diſpoſita eſſe poſſunt; Nam cognita ſemel linea meridiei reſpectu alicuius loci, facillimum erit (vt dicetur *ſequenti prop.* 13) dato ſtylo in quouis plano eiuſdem loci, deſignare lineam, quæ ſit ſectio communis illius plani, & circuli Meridiani; in quam proinde, cùm Sol in meridie fuerit, vmbra vel radius index cadat. Quinque autem modos hic tradam inueniendæ, vt dixi, velut in genere, & ſolùm reſpectu loci, in quo quis fuerit, lineæ Meridianæ; qui modi præ cæteris, viſi mihi ſunt maiorem habere cum certitudine facilitatem; quamuis hi ipſi non omnes æquè faciles ſunt, vel æquè certi; quare tutius erit, non vno ſolùm, ſed duobus, vel etiam tribus vti, ad omnimodam certitudinem lineæ Meridianæ, cuius in negotio Gnomonico præcipuus vſus eſt. Itaque ad faciliorem methodum, ſingulos modos ſub ſingulis titulis ſeorſim exponam ſequenti ordine.

Pri-

Primò inueniri poteſt, quouis tempore, linea Meridiana ſolo vmbræ indicio.

PAretur planum aliquod ſolidum, perfectè, inquam, planum *per prop. 1 huius*, & Horizonti ſtatuatur parallelum *per 3 etiam huius*; in eo autem ſic firmiter collocato, ex quouis puncto E tanquam centro, deſ-



cribatur circulus vnus, vel plures; in E autem ad angulos rectos erigatur ſtylus E F *per 2 huius*. Tum lucente Sole tribus quatuorue horis ante meridiem obſeruetur diligentiſſimè motus vmbræ è ſtylo EF in dict m planum cadentis: cùm enim vmbræ vertex circulum ex delineati quemlibet, verbi gratia, interiorem attigerit, vt in G; notandum eſt accuratè ipſum punctum G. Poſt meridiem etiam (& quidem vno eodemque die, propter rationem mox dicendam) obſeruetur extremus, alterius vmbræ ſimilis, vertex; & cùm is eundem interiorem circulum, verbi gratia, in H, attigerit, vt ſuprà; notetur ſimiliter accuratè punctum H. Denique diuiſo in duas æquales partes arcu GH, per inuentum ea diuiſione, medium punctum K, ducatur ex E centro ipſius circuli, ſeu loco ſtyli, linea recta EK; hæc namque eſt Meridiana: & cùm in eam poſtridie vel quouis alio die ceciderit vmbra ex E ſtyli vertice, erit tunc Sol in circulo Meridiano.

Dixi vmbræ vtriuſque in G, & in H faciendam eſſe vno, eodemque die obſeruationem; quia ſi diuerſis diebus fieret; linea Meridiana ſic inuenta, certa eſſe non poſſet: & ratio eſt, quia cùm diuerſis diebus non ſit eadem Solis ab Æquatore declinatio; non eſt etiam ſimilis, aut æqualis, eiuſ-

dem supra Horizontem eleuatio, etiam hora simili, ac proinde nec similis, nec æqualis vmbra erit; sed vno die longior, altero breuior; etsi aliunde æqualiter à Meridiano Sol distet. Si tamen aliquis peritus secundam obseruationem differret in alium diem, quo ex Ephemeridibus, vel aliter certò sciret Solis declinationem hora 3, verbi gratia, post meridiem, fore similem, & æqualem ei, quæ fuerat priùs hora 9 post mediam noctem; is consultissimè ageret: & potiùs id laudarem.

Sed non facile continget mathematica illa diuersis diebus solaris declinationis antemeridianæ,& pomeridianæ æqualitas; quapropter vix continget, vt secunda vmbræ obseruatio in alterum diem vtiliter differri possit; vno ergo die vtraque facienda: quamuis omnino concedendum sit Solis ab Æquatore ad easdem partes declinationem vno die, sumptis paribus ante, & post meridiem interuallis, nunquam esse eandem, vel æqualem mathematicè, nisi solummodo in Solstitijs, si fortè occurrat Solem in Meridiano simul, & in principio Cancri, vel Capricorni versari; vnde non diffiteor aliquantulam esse posse erroris in hac operatione labeculam; saltem si fiat circa tempus Æquinoctiorum, licet reuera error ille, vix possit esse sensibilis: qui tamen maiorem certitudinem operationis amabit, hanc exerceat circa Solstitia; nam tunc exigua multo tempore acquiritur differentia declinationis; circa Æquinoctia verò, exiguo tempore magna saltam respectiuè.

Longe maior esset erroris occasio, si planũ, in quo descripti sunt illi circuli, non foret perfectè planum, vel Horizonti minùs perfectè parallelum. Posset & ex alio capite error irrepere, si videlicet vmbræ apex non perfectè dignoscatur; nam is aliquando, præsertim nubilo tempore, aciem fugit; satis tamen distinctè cognoscetur, si absque nubilo Sol clariùs splendeat, & planum, in quo vmbra obseruatur sit album: in albo enim, vtpote magis ad naturam lucis accedente, faciliùs & distinctiùs deprehenditur lucis, & vmbræ differentia.

Suaderem in hoc negotio, vmbram in locum lucis, & vicissim in locum vmbræ lucem substitui; distinctiùs enim cernitur, tenebroso in loco, affusa subiecto præsertim albo exigua lux, quàm in aperta, & magna luce, cernatur vmbra, etsi plurima; atque adeo multò perfectiùs, & certiùs termini lucis, in obscuro; quàm in lucido, termini vmbræ designantur quapropter poterit is, quem maxima delectat operationis certitudo, efficere, vt planum album, in quo supradicti circuli descripti fuerint, obscuretur; (sicut dicam inferiùs *num.* 2) relicto tamen foraminulo, quasi cuspide tenuissimæ acus facto, in aliqua bractea ferrea, vel orichalcea; per quod tenuissimus lucis radius subingredi possit; prædictum verò foraminulum debet necessariò esse in axe prædictorum circulorum sicut in eodem axe est F vertex styli antea dicti E F.

De-

Demonstratio.

QVia singulis diebus Sol, ab exortu suo, paulatim sopra Horizontem ascendendo, vmbram in plano Horizontali facit ex eodem Gnomone paulatim minorem, & minorem, donec ad circulum Meridianum peruenerit; quo tempore vmbram omnium eiusdem diei minimam efficit: & inde vsque ad occasum paulatim item descendendo, paulatim efficit maiorem, & maiorem: sequitur cæteris paribus, vmbras esse æquales ante, & post meridiem, ijs horis vel momentis, quibus Sol à meridie æqualiter distat: in punctis autem G, & H, sunt æquales vmbræ rectæ, vt patet ex lineis E H, & E G, quæ sunt semidiametri eiusdem circuli G K H; igitur hæc duo puncta videlicet G, & H à linea Meridiana, in quam cadit vmbra omnium minima, æqualiter distant. Igitur punctum K, inter G, & H medium, est vnum punctum lineæ Meridianæ. Et quia circulus Meridianus planum Horizontale ad angulos rectos secat, adeoque per stylum incedit; erit etiam locus styli E aliud punctum, per quod, & per K integra Meridiana, hoc est sectio communis plani propositi Horizontalis, & circuli Meridiani ducenda est. Igitur rectè inuenimus lineam Meridianam, quod fuit demonstrandum.

Corollarium 1.

SIcut in plano Horizontali, modo iam dicto, inuenta est linea Meridiana loci; ita & poterit inueniri in plano ad Horizontem simul, & ad Meridianum recto.

Corollarium 2.

PRæterea poterit eodem modo, in quolibet plano siue declinante, siue inclinato, siue mixto inueniri linea Meridiana eius loci, cuius Horizonti, vel circulo Verticali primario, planum illud æquidistat; hæc verò linea in eo plano designata, vocatur quoque linea Meridiana ipsius plani; & alio nomine vocatur linea styli, cuius præcipuus vsus in horologijs declinantibus, & inclinatis, & mixtis: sed de hoc inferiùs dicetur *prop.* 24, 25, 26, 28, & 29.

Scholium primum.

Vnico tantùm dato vmbræ puncto in plano Horizontali, poterit in eodem inueniri linea Meridiana certißimè.

Mira facilitate id fiet, neque operatio obnoxia erit illis, quas paulò ante dicebam, declinationis mutationibus; & fieri poterit qualibet hora diei, quamuis certius erit, si fiat longè ab hora meridiana, ante, vel post: dummodo vmbræ vertex, siue vt paulò ante dicebam, exiguus lucis radius loco, & vice vmbræ optimè notetur.

Inuento, per prædicta, vmbræ cuiuslibet, etiam non in circulum cadentis puncto H, in figura præcedenti, fiat in hac altera figura, recta BM æqualis ipsi vmbræ EH; & erigatur perpendicularis ad BM recta BC, quasi stylus, & æqualis ipsi stylo EF. Iam circa C tanquam centrum describatur ad quoduis interuallum, vt CB, circulus Meridianus ABIZ; quem in quatuor quadrantes secent duæ diametri BCZ perpendicularis ad BM, &

ACI

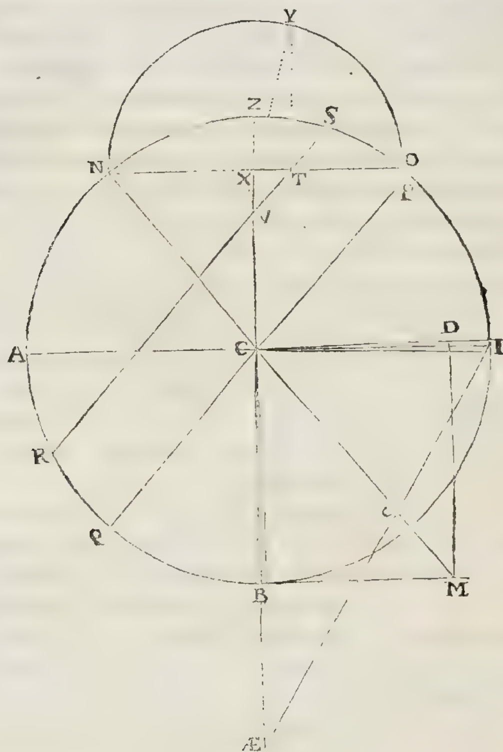
A C I eidem B M æquidiſtans; atque ita C B Z erit communis ſectio plani Meridiani, & Verticalis: Z autem erit Zenith: & A C I erit communis ſectio dicti Meridiani, & Horizontis. In quadrante I Z numeretur ab I versùs Z, eleuatio Æquatoris ſupra Horizontem; quæ hìc Romæ eſt 48 grad. cùm ſit ibidem eleuatio poli graduum 42 (aut parum abeſt) ſumpto itaque arcu I P graduum 48, ducatur recta P C Q, communis ſectio Æquatoris, & Meridiani, deinde inquiratur in Ephemeridibus, quẽ & cuius ſigni gradum Sol in Zodiaco poſſideat eo die & hora; & cùm id fuerit cognitum, inquiratur in tabula declinationum &c. quæ habetur inferiùs *propoſ.* 39, quanta, & qualis ſit declinatio illius gradus; vt, hoc inuento, ſumatur à puncto P versùs I, aut versùs Z (prout opus fuerit) arcus declinationis, dicti grad. & ducatur eiuſdem parallelus.

In exemplum ſuppono Solem eo tempore, quo vmbræ punctum H inueni, eſſe in principio Cancri: quia itaque declinatio principij Cancri, Borealis eſt, & in ſententia communi grad. 23 min. 30; à puncto P verſus Z numero gradus 23 min. 30; & per finem numerationis S duco rectam S R æquidiſtantem Æquatori P Q: ſic erit S R communis ſectio Meridiani, & paralleli in quo, tempore obſeruatæ vmbræ E H (in altero præcedente ſchemate) verſatur Sol.

His peractis ex M per F ducatur recta M C N, ſecans Meridiani circumferentiam in N; ac per N ducatur Horizonti A C I parallela N O, ſecans Meridiani quidem circumferentiam in N, & O; rectam verò Z B in X, & rectam S R in T. Sic autem erit N O communis ſectio Meridiani, & circuli Almucantarath, in quo eſt Sol tempore dictæ vmbræ E H: longitudo enim eius (in hanc figuram tranſlata) B M è ſtylo B C (qui per conſtructionem eſt æqualis ipſi E F) neceſſariò tribuit Soli eleuationem ſupra Horizontem A C I, in circulo Verticali in quo eſt, æqualem arcui A N, ſiue I O:

Itaque circa centrum X ad interuallum X N, ſiue X O deſcribatur parallelus dictæ eleuationis, ſeu Almucantarath N Y O; quem recta T Y ducta ex T perpendicularis ad N O, ſecet in Y: ſic erit T Y communis ſectio dicti Almucantarath, & paralleli Cancri; cuius diameter eſt S R: erit igitur Y punctum, quod in dicto Almucantarath poſſidet Sol tempore dictæ vmbræ E H; vnde ſi ex Y per X ducatur recta Y X, erit hæc communis ſectio dicti Almucantarath, & circuli Verticalis, in quo eſt Sol, ſeu tranſeuntis per Y, & per Z X B communem omnium Verticalium ſectionem; quem etiam (in altero Schemate) exprimit vmbræ linea vltra E locum ſtyli producta H E L: & Solis in dicto Almucantarath diſtantia à Meridiano erit eiuſdem Almucantarath arcus Y O. Ac proinde ſi circa E locum ſtyli, in prima figura, interuallo X N, ſiue X O ſumpto in ſecunda figura, deſcribatur circulus *b a c d*, ſecans lineam vmbræ E H in *a*, & abſcindatur arcus *a c* æqualis arcui Y O; recta per *c*, & E locum ſtyli ducta, erit linea Meridiana in propoſito plano Horizontali.

Huic deſcriptioni demonſtrationem ſimul ipſius implicui ad breuitatem, & ni fallor vtramque ſatis explicui; nec aliud addere neceſſe eſt, quàm vt ſemicirculus N Y O circa immotam diametrum N O moueri



intelligatur donec ad angulos rectos ſit cum meridiano A B I Z; ſic enim erit in ſitu naturali, qui prædicto Almuçantarath debetur; vnde ſtatim intelligetur quæ dixi de lineis T Y, & Y X, & de arcu Y O; quòd ſcilicet linea Y X, vmbram H E referat; & arcus *a c* factus æqualis arcui Y O angulum *a* E *c* det æqualem angulo Y X O; & conſequenter, quòd linea *c* E, ſeu *b* E *c* K, optimè referat diametrum N O id eſt ſectionem Meridiani, & prædicti Almucantarath.

Solùm moneo duo. Primum eſt. Si vmbra obſeruata longior eſſet quàm E H, ſeu quàm B M; & conſequenter ſi punctum N eſſet proximius puncto A, quàm nunc ſit; accidere poſſet, vt diameter circuli Almucantarath ſecaret diametrum paralleli diurni S R in V puncto videlicet quod eidem S R, & lineæ Verticali Z B commune eſt; vel in alio quouis puncto inter V & R. Si ſecaret in V, itaut in V caderet T; punctum, quod nunc eſt Y, diſtaret ab O integro quadrante, & recta T Y cum Verticali Z B coincideret; vnde conſequens eſſet Solem tempore prædictæ vmbræ verſari in

circulo

circulo Verticali, qui ad Meridianum rectus eſt; ac proinde linea Meridiana *c* E angulum efficeret cum linea vmbræ E Z non acutum, vt nunc; ſed rectum. Si vero dictæ duæ diametri (videlicet circuli Almucantarath, & paralleli diurni) ſe inuicem ſecarent ſub V, itaut punctum T caderet inter V & R; punctum, quod nunc eſt Y, diſtaret ab O pluſquam circuli quadrante; vnde tunc angulus Y X O, & conſequenter angulus *c* E H, eſſet obtuſus.

Alterum quod moneo eſt, vt tempore, quo vmbræ obſeruatio fit, obſeruetur etiam an Sol verſetur in parte orientali vel occidentali, ſi enim hoc ignoraretur poſſet error in operatione contingere; ſiquidem Sol eſt in parte quæ vmbræ opponitur; vt poſita vmbra E H (in priori figura) Sol eſt in parte E L; & quia ex hypotheſi cognoſco lineam E L (quæ, vt dixi, eſt ipſa H E producta) eſſe in parte occidentali, idcirco arcum *a c*, & angulum *a* E *c* ſumpſi in parte orientali, ſed versùs ſeptentrionem.

Scholium Secundum.

Vnico tantùm vmbræ dato puncto in plano ad Horizontem recto, poterit in eodem inueniri linea Meridiana certiſsimè.

STylo E F *per 2 huius* ad angulos rectos erecto, deſcripta autem *per quintam* linea Horizontali K E G, ac *per 6* Verticali L E P; ſit obſeruatum vmbræ extremæ punctũ quodlibet H in pariete: per H igitur incedit circulus Verticalis, in quo Sol verſatur, dum à ſtyli vertice vmbra projicitur F H. Deſcribatur itaque per H recta H K ad Horizontem perpendicularis

cularis, siue ipsi E P æquidistans (quæ erit sectio communis prædicti Verticalis, & parietis) secetque Horizontalem in K; & fiat E L Gnomoni E F æqualis, & iungatur K L.

Descripto autem circulo A B I Z, in figura separata (vt præcedenti Scholio factum est) sumatur in eius diametro A C I (quæ Horizontem refert) portio C D æqualis ipsi K L; & ex D demittatur Verticali Z B æquidistás recta D M, æqualis ipsi K H; ac per M ducatur recta M C N: nec non per N recta N O; & cætera vt priùs: inuentoque puncto Y, ex L tanquam centro, interuallo autem X O, siue X N, describatur circumferentia *b a c d* secans rectam K L in *a*; & abscindatur ab *a* versùs *d*, arcus *a c* æqualis arcui O Y; ac per *c* ducatur recta L *c* secans horizontalem in G: inuento autem puncto G, demittatur recta G Q ipsi E P æquidistans; hæc enim erit optata Meridiana. Dixi autem arcum *a c* sumendum esse ab *a* versùs *d*; quia suppono vmbram H esse antemeridianam; hoc enim supposito linea Meridiana est necessariò versùs *d* in parte dextra; esset verò in sinistra versùs *b* si vmbra H esset pomeridiana.

Pro demonstratione, præter dicta in superiori Scholio, triangulum K G L super immota basi K G moueatur, donec ad angulos rectos sit cum plano Verticali; & sic L coniungetur cum styli vmbroso vertice F; eritque dictum triangulum in plano Horizontali, sicut est planum circuli Almucantarath N Y O: cùm itaque recta Y X sit sectio communis eiusdem Almucantarath, & circuli Verticalis, in quo est Sol tempore vmbræ H, ipsamque Y X, in plano Horizontali optimè referat recta L *a* siue L *a* K etiam in plano Horizótali; angulus quoque K L G angulum Y X O referet; erit igitur L G Meridiana in plano Horizontali, sicut est ipsa X O: & consequenter per G incedit Meridiana in plano proposito Verticali, ad datum stylum E F; incedit, inquam, ad Horizontem recta, vt G Q; ergo G Q est optata Meridiana.

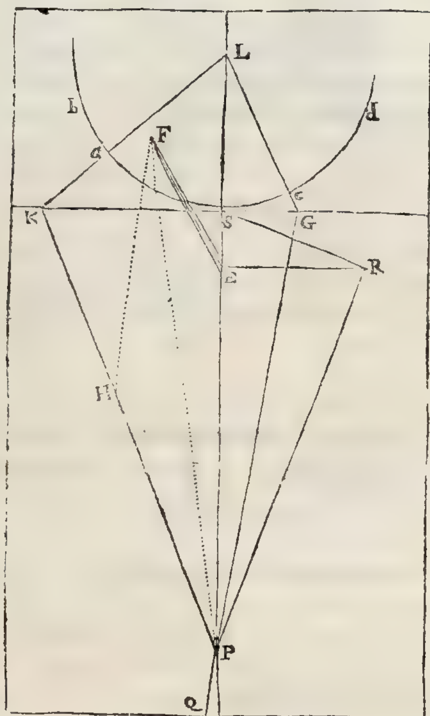
Scholium Tertium.

Vnico tantùm vmbræ dato puncto in plano inclinato, poterit in eodem inueniri linea Meridiana certissimè.

STylo E F *per 2 huius* ad angulos rectos fixo in plano inclinato; & descripta *per 7* linea Verticali L E P; & *per 8* Horizontali K G, quæ secet Verticalem in S: sit cuiusuis vmbræ, verbi gratia, antemeridianæ datum punctum extremum H; & sit P in eodem plano inclinato punctum inuentum beneficio perpendiculi à vertice F dependentis, vt est *propos. 7* punctum G: ducatur per P, & H recta P H K, secans Horizontalem in K: & hæc erit communis sectio plani inclinati, & Verticalis circuli, in quo

Sol

Sol versatur, tempore vmbræ H. Sumatur E R, stylo E F æqualis; perpendicularis autem ad L P; iunganturque S R, & R P: sic nempe, erit R P portio axis Horizontis inter verticem F, & planum inclinatum comprehensa,



& æqualis lineæ perpendiculi, quam repræsentat F P: erit autem eadem R P ad R S perpendicularis *per 8 huius* nisi sit erratum.

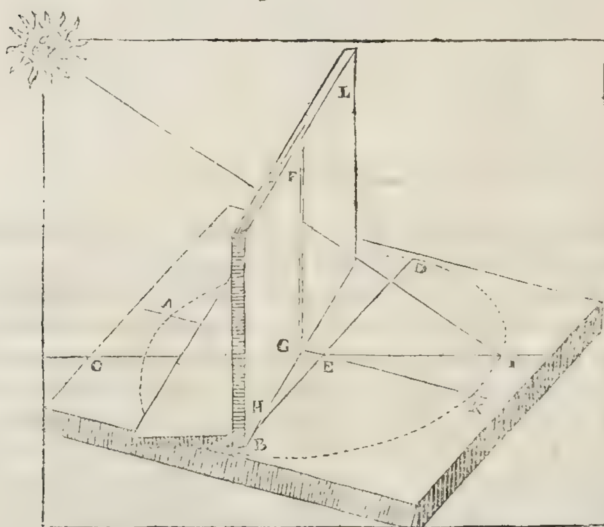
Sumatur S L æqualis ipsi S R, & iungatur L K: ipsi autem L K sumatur æqualis C I in figura separata (sicut in vtroque præcedenti Scholio factum est) sumatur autem in ea circuli A B I Z diametro, quæ lineam Horizontalem refert, vt est A C I: deinde in diametro Verticalem lineam referente, vt est Z C B, sed producta vltra B abscindatur C Æ æqualis rectæ R P; iungaturque I Æ (quæ nisi erratum fuerit, æqualis erit ipsi K P) in eadem autem I Æ sumatur I *e* æqualis ipsi K H; & ex *e* per centrum C ducatur *e* C N, secans circulum A B I Z in N; & alia deinceps fiant vt in primo Scholio, donec inueniatur punctum Y, & recta Y X: tunc autem ex L tanquam centro, sumpto interuallo X O describatur peripheria *b a c d*, secans rectam L K in *a*; & in ea sumatur versus *d* ad dexteram (quia vmbra H supponitur antemeridiana) arcus *a c* æqualis arcui O Y, & per *c* ex L ducatur recta secans Horizontalem in G: eritque G punctum meridianum in linea Horizontali eius plani. Et quia P ex prædictis est in axe Horizon-

tis,

tis, per quem axem incedit necessariò Meridianus circulus, ſicut & omnes Verticales; ſi per G, & P ducatur recta G P, erit hæc optata linea Meridiana, communis videlicet ſectio plani inclinati, & circuli Meridiani.

Cuius rei demonſtrationem facile percipiet Horographus, ſi triangulum S P R intelligat, ſuper immota baſi S P moueri, donec ad angulos rectos ſit cum plano inclinato; & ſimiliter triangulum K G L, ſuper immota baſi K G, donec L vertex cum vertice R coniungatur: ſic enim tam L quàm R erit in vertice ſtyli F; & R P in linea perpendiculi, ſiue Horizontis axe, ad quem *per conſtructionem* recta eſt S R: quo poſito erit triangulum K G L in plano Horizontis, ergo rectam K L refert I C; ipſamque R P refert C Æ; ſicut I Æ ipſam K P; & I *e* ipſam K H; ergo ſimiliter recta K L ipſam Y X refert; & angulus *a* L *c*, ſiue K L G angulum Y X O: ergo ſicut X O eſt Meridiana in plano Horizontali, ita & L G: igitur per G in plano inclinato incedit eius Meridiana linea: incedit autem etiam per P, ex demonſtratis. Igitur &c.

Secundò inueniri poteſt quouis tempore linea Meridiana indicio vmbræ ſimul, & circuli Verticalis in quo eſt Sol.



GNomone, vt ſuprà, in plano Horizontali orthogonaliter erecto in aliquo ipſius plani puncto E; obſeruetur matutinis horis (idem æquè fieri poſſet ſerotinis) beneficio Planiſphærij Ioannis de Royas, vel Aſtrolabi catholici Gemmæ Friſij, vel alterius ſimilis inſtrumenti magni præſertim, & quamdiligentiſſimè elaborati; obſeruetur, inquam, circulus Verticalis

ticalis (aliàs vocant Azimuth) quem Sol dato momento temporis possidet; & eodem penitus momento notetur in eo plano linea vmbræ vt E I: nam recta C I coincidens cum vmbra E I, eo erit cõmunis sectio plani Horizontalis, & circuli Verticalis, in quo est Sol eo tẽpore. tum ex E loco styli, tanquam centro; describatur circulus K D A B, more quidem solito diuidendus, sed initio facto à puncto I, quo scilicet eum secat linea vmbræ E I.

Deinde si Verticalis ille, in quo est Sol, sit à parte ortiua in quarta septentrionali, quæ sit B A, vmbra ex opposito erit à parte occidua in quarta meridionali K D; vnde si à puncto I, in circulo K D A B numerentur versùs K tot gradus quot supersunt Verticales à Sole transcurrendi, vt ad primarium, qui est Meridiano rectus, perueniat; & numerus compleatur, verbi gratia, in K; per K, & E ducenda erit recta A E K communis sectio plani Horizontalis, & circuli Verticalis primarij: at verò ad rectam A E K per E ducta perpendicularis B E D erit Meridiana, in quam scilicet vmbra styli in E orthogonaliter fixi cadet cùm Sol in circulo Meridiano fuerit.

Posset autem similis operatio, sicut in plano Horizontali, ita in alio, quod circulo Verticali primario æquidistet, perinde exerceri.

Cæterum tradita regula certissima est, dummodo Astrolabia habeantur accuratè elaborata, qualibus ego vtor, bipedalis diametri, in quibus circuli Verticales per gradus singulos Horizontis, sicut & circuli Almucantarath per singulos omnium Verticalium gradus, & paralleli Æquatoris per singulos binos Ecliptice gradus, quantùm permittit ipsius maxima circa Tropicos obliquitas, delineati sunt.

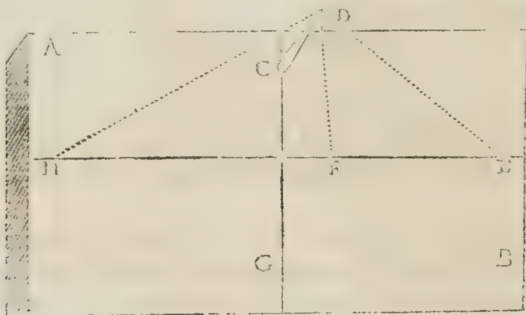
Vnum tamen moneo, quod scilicet loco, & vice styli adhiberi potest filum aliquod tenue firmiter inter duos terminos immobiles tensum, atque ad perpendiculum erectum; dummodo vmbra eius per centrum E tran seat, vel quod in idem recidit, dummodo in linea notatæ vmbræ, vt E I, fiat centrum circuli prædicti. Præterea, iuxta dicta in præcedenti regula; optimum erit si loco styli aut fili adhibeatur rimula vt F G, inter latera rectilinea duarum tabularum vt H L, studiosiùs procurata, & ad perpendiculum erecta; nam cæteris in toto subiecto plano obscuratis, sola subintraret linea lucis quæ per F G in E I, verbi gratia, incidens, idem quod vmbra antea dicta præstaret, & quidem multò certiùs.

Demonstratio vlterior nulla hìc est necessaria scienti dispositionem, & naturam circulorum Verticalium; hi enim ad angulos rectos sunt cum Horizonte, sicut & Meridianus; qui, vnus ex ipsis cùm sit, transit sicut & illi per polos Horizontis, Zenith videlicet, & Nadir; & illum, qui inter cæteros Verticales primarius est, ad angulos rectos secat; vnde qui Solis à primo Verticali distantiam per Astrolabium, aut aliter nouit, scit quoque hoc ipso distantiam eiusdem à nonagesimo Verticali, qui idem Meridianus est circulus. Igitur &c.

Ter-

Tertiò inueniri potest linea Meridiana solo vmbræ indicio, in Æquinoctijs.

POsito plano Horizontali A B, Fixoque C D stylo, vt suprà, lucente Sole, die Æquinoctij, siue ante, siue post meridiem, siue ante simul, & post, obseruetur diligenter bis saltem, vel ter vmbræ vertex, vt in punctis



E, & F, vel etiam H; recta enim ducta ex E per F, & H, atque etiam per alia, eodem Æquinoctij die similiter notata puncta (si forte aliqua alia notare libuerit) erit communis sectio plani Horizontalis, & circuli Æquinoctialis: recta verò C D ad æquales angulos eam secans, & per C locum styli transiens erit quæsita Meridiana.

Hoc idem, vt suprà, fieri potest in plano ad Horizontem recto, sed minime declinante. Siue autem planum Horizontale, siue Verticale fuerit, si loco styli opaci C D, foraminulum; & loco vmbræ, radius lucis adhibeatur; vt *numero primo, vel etiam secundo*; erit sanè operatio longè certior.

Demonstratio.

QVia lineæ vmbrarum D E, D F, D H sunt in plano Æquinoctialis circuli *per 14 prop. primi huius*; erit *per 19 eiusdem* recta E F H sectio cõmunis eiusdem circuli, & plani A B. Et quia tam Æquinoctialis circulus, quàm planum A B (seu fuerit Horizontale, seu Verticale non declinans) rectos cum Meridiano angulos efficiunt; eorum quoque sectio communis E H rectos cum eodem Meridiano angulos similiter efficiet *per 19 prop. 11. elem.* Quia vero linea Meridiana C G in plano Meridiani est, ideo cum hac quoque rectos angulos facit eadem linea Æquinoctialis E H *per definit. 3. eiusdem.* Igitur rectè inuenta est linea Meridiana, quod fuit demonstrandum.

Qua-

Quartò multò certiùs inueniri potest quouis tempore linea Meridiana solo stellæ Polaris noctu inspectæ indicio.

QVartus hic modus omnium certissimus mihi visus est, licet nonnihil operosus; sed non est accurati Horographi laborem refugere, præsertim in negotio totius Horographiæ pene summo: ego quidem delineaturus insigne aliquod horarium, præsertim Catoptricum, (qualia iam auxiliante Deo fœliciter delineaui plurima, vt Lectori ipso initio dixi) quarto isto modo, lineam Meridianam inuestigare soleo, idque vel solo, vel etiam secundo (quem paulò ante exposui) ad maiorem cautelam adhibito; labori namque hac in re, vt & in alijs similibus, parcendum esse nunquam putaui; & hinc credo factum est, vt horariorum (quæcunque hactenus à me, vel etiam ab alio ex ijsdem præceptis delineata sunt) fides instrumentis exquisitissimis, necnon adhibito certissimo ephemeridum calculo, explorata, cum Solis in cœlo motu ad vsque minuta concors inuenta semper fuerit. Cæterum hunc modum inuestigandæ lineæ Meridianæ, iam ante annos ferè 26, cùm essem Burdegalæ adinueni, eoque deinceps, vt dixi, vsus sum. Illum autem non commodiùs vel clariùs exponere posse me credo, quàm si breuiter, hìc referam, quid ego ipse hac in parte vel egerim, vel obseruauerim tum in Gallia sæpius, tum etiam Romæ non semel, præsertim verò in Palatio Eminentissimi Cardinali Spada; cùm elegantissimum idemque fidelissimum Astrolabium Catoptricum in amplissimi ambulacri testudine, ac parietibus delineandum, ipso iubente Eminentissimo Domino, suscepi.

In primis igitur ductu acus Magneticæ communis (vel etiam perfectissimæ, de qua *sequenti numero 5*) vel aliter, quæro locum mihi commodum inter duo quædam ædificia se se mutuò inter austrum & septentrionem respicientia, & ab inuicem conuenienti, id est 30, aut 40, vel etiam 50, aut 60, passuum interuallo dissita; cum his conditionibus vt scilicet, Primò ex inferiori parte eius quod ad septentrionem spectat, velut ex G, liber mihi ad stellam Polarem pateat prospectus. Secundò vt in parte superiori eiusdem, veluti A (siue ibi sit fenestra latior, siue subdiale, siue ipsa tecti ora, vel pinna) liber pateat locus per aliquantulum saltem spatium, verbi gratia, duorum, vel trium passuum, quo aut versùs ortum S, aut versùs occasum Q excurrendo deferri possit funiculi extensi (de quo statim) caput A. Tertiò vt Soli radios in oppositi ædificij partem I N vibranti meridie nihil officiat.

Locum verò huiusmodi commodissimum nactus sum in Regio nostro Romano Sanctissimæ Trinitatis conuentu in monte Pincio, vbi ex parte sacræ Ædis septentrionem respiciente, longa, lataque porrigitur ambula-

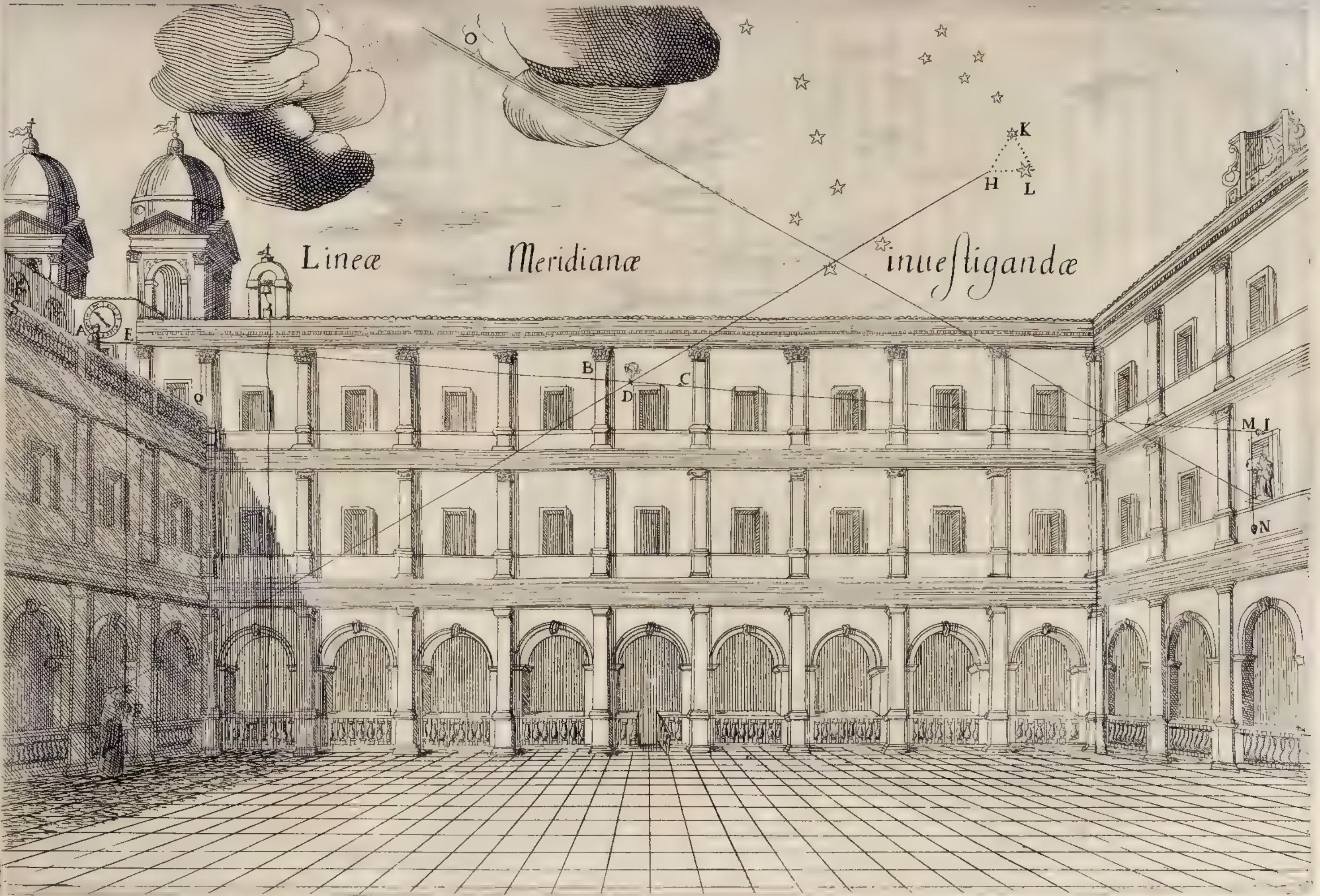
tio hypætra elegantem habens in QS è candido lapide affabrè secto peribolum. Oppositæ verò parti peristylij vt in I, & N liberè Sol meridianus lucet: imò ea parte, sicut & toto per quadrum ædificio regnat pulcherrima concamerata cryptoporticus, in cuius ego fornice, ac parietibus longè latèque patens Catoptricum Astrolabium annis ab hinc ferè duodecim accuratissimè delineaui, speculo in fenestræ I parte inferiore constituto.

Loco itaque sic ad propositum inuento, duos paro funiculos, quales sunt A B, & C I, tantæ longitudinis, vt medianti B C, filo ferreo crassiori bipalmari, vel tripalmari hinc inde in B, & C optimè colligati tendi simul possint ab I in A: ipsi autem filo ferreo B C (alio similiter ferreo, vel æreo, sed tenuissimo filo) aptè circumligo militaris igniarij funis dato tempore accendendi particulam, eamque ex vno capite, vt (cùm opus fuerit) ignem faciliùs concipiat, sulphure oblino, vel more militum pyrio puluere impleo. Ita paratum funiculum annulo supernè ad medium fenestræ I firmiter hærenti insertum nodo constringo; aliud verò eiusdem caput ex parte A adalligo quidem, sed non omnino confirmo; obseruo tamen, vt funiculus ita extensus consistat in plano circuli Meridiani, ad prope verum, vt dici solet, quantùm scilicet assequi id possum indicio acus Magneticæ. Ac denique funiculo I A connexum in puncto E (hoc est duorum, vel trium palmorum ab A interuallo) tenuiorem alium funiculum demitto cum perpendiculo, vt est E F.

Hunc verò, quem dico tenuiorem funiculum, nolo esse contortum; ne propter nimiam longitudinem, in gyros contrarios ab appenso pondere distorqueatur, & ita quietem fideli perpendiculo prorsus necessariam non admittat. Sed cum proportione, sicut in alijs perpendiculis minoribus, vtor funiculo quaternis vel octonis, siue duodenis, aut pluribus ritè implicitis staminibus contexto, vel catenula conserta è palmaribus filis ferreis vel æneis se se inuicem, extrema vtraque parte in annulum retorta, continentibus. His tamen, vtpotè rigidi, satque adeo non facilè in lineam rectam extendendis interpono ad imum, vt in G aliquantulam funiculi portionem, quantam videlicet postulat lineæ perpendiculi rectitudo necessaria ad lineam opticam G H certò dirigendam.

His interdiu comparatis, dum nocte serena clariores micant stellæ, addisco, & diligentissimè annoto in qua præcisè parte cœli sit, prope duas vltimas stellas caudæ Vrsæ minoris, verum punctum Poli Arctici, & ad hoc quidem vtor præcepto quod tradit Iunctinus in Sphær. Ioann. de sacro Bosco cap. 1; nimirum inter extremas duas stellas caudæ Vrsæ minoris K, & L, duco imaginatione rectam K L; super hac autem tanquam basi triangulum æquilaterum K L H constituo versùs caput Vrsæ maioris, eius enim trianguli apex H, est (saltem hac ætate) verus locus Poli, vt ostenditur in figura Vrsæ minoris huc ex eodem Iunctino cum dicto triangulo relata. Itaque loco Poli H ita accuratissimè notato Catapultariæ resti B C ignem adhibeo, qui ex suppositione rutilet in D: ideo autem Ignem adhibeo; ne

per


Lineæ Meridianæ inuestigandæ
O
K
H
L
S
A
E
Q
B
C
D
M
I
N

per obſcuriorem noctem halluciner, vel omnino non videam funiculum A I; igniculus autem etiam in longam diſtantiam per quaſlibet denſiſſimas tenebras clariùs cernitur, vnde & ad maiorem facilitatem operationis, optarem non tantum in D, ſed multis etiam alijs in partibus funiculi A I, ſimiles igniculos accendi.

Tum demum accedens ad perpendiculum E F, oculum conſtituo in G; hoc eſt in aliquo puncto lineæ rectæ quieti, & immoti perpendiculi; aciemque per igniculum D in polum H intendo; & quidem ſi à linea optica G H diſtet ſiue ad ortum, ſiue ad occaſum igniculus D, ſeu funiculus A I; ſocium (qui deſuper in ſubdiali adeſt ad hoc ipſum paratus) moneo vt caput funiculi A ducat reducatue in ortum, aut occaſum (interim verò perpendiculum ego leui manu ſemper quietum contineo) donec tandem lucidum punctum D, vel aliud etiam non lucidum in eodem funiculo A I exiſtens, conſtituatur in eadem linea optica ſimul cum H puncto poli, & cum G, aut ſimili æquiualenti puncto lineæ perpendiculi E F, quod, vt dixi, volo omnino eſſe quietum. Cùm enim tria hæc puncta in vna recta linea viſuali G D H conſtiterint, erit certiſſimè funiculus A D I in plano circuli Meridiani; atque adeo in A ſecundùm eum ſitum accurratiſſimè religandus, & confirmandus in ſequentem diem. Ne qua verò eſſe poſsit hallucinationis ſuſpicio circa ſitum prædictorum trium punctorum G, D, & H in eadem linea viſuali, idem ſæpius pertento; donec tandem rem optatam pluribus fœliciter, & eodem modo ſuccedentibus experimentis comprobauero.

Alia etiam ratione funiculum A I in plano Meridiani collocare poſſum, videlicet lineam opticam dirigendo, non, vt dixi, in verum locum poli, ſed in ſtellam polarem, (idem ſeruata proportione dicendum de quauis alia ſtella inſigni, quæ tamen dum eſt in Meridiano diſtantiam à Zenith habeat notabilem) quæ nimirum viciniſſima polo, vltima eſt in cauda Vrſæ minoris. Sed hæc ratio non eſt ita vniuerſalis, vt prior.

Nam primò non poteſt qualibet noctis hora vſurpari; ſed eo ſolùm momento temporis, quo dicta ſtella eſt in circulo Meridiano; quod tantùm bis in ſpatio 24 horarum contingit: ſi tamen hanc rationem vſurpare quis velit, diſcat per calculum Aſtronomicum, ſiue per inſtrumentum, vtputa, cœleſtem Globum, vel Aſtrolabium, diſcat inquam horæ momentum, quo dicta ſtella in Meridiano futura ſit; omnibus enim, vt priùs dixi, debitè comparatis, ſi eodem temporis momento viſum ex G in eam ſtellam (quam hic deſignat littera L) dirigat, & in eadem linea viſuali concurrat etiam funiculus A I, ſiue aliquod eius punctum vt D; erit tunc funiculus in plano Meridiani. Dixi eodem illo temporis momento, quia ſi paulò ante, vel paulò poſt id fiat, non ritè fiet, nec obtinebitur ſitus funiculi ſub Meridiano.

Secundò ſatis difficile eſt noſſe quandonam adſit momentum illius temporis; id enim vix aliter ſciri poteſt, quàm ope horologij rectiſsimi, vel accuratiſsima obſeruatione eleuationis maximæ, vel minimæ eiuſdem ſtellæ,

in vtroque autem & difficultas, & fallaciæ periculum eſt.

Tertiò multæ labuntur noctes quibus ea ſtella in Meridiano nunquam eſt, quando nimirum Sol maximè diſtat ab ijs Signis cum quibus illa in Meridiano eſt; eo enim tempore ſtella exiſtente in Meridiano, Sol eſt in oriente vel in occidente: quare ſatius eſt, & certius ſi linea viſualis in verum locum poli probè notum dirigatur. Hæc enim ratio, cùm non ad aliquod in particulari, noctis tempus reſtringatur, difficultate illius obſeruandi non tenetur, & qualibet noctis hora, imò & tota nocte, dummodo ſerena, quocunque anni tempore, vtilis eſt.

Collocato, vt dictum eſt, funiculo A D I in plano circuli Meridiani, ibique optimè religato, & confirmato; ſequenti die cùm illuxerit, vel certè paulò ante meridiem ſuſpendo ex parte I perpendiculum M N alligatum quidem funiculo A D I prope I, confectum verò è funiculo, quem, vt ſuprà etiam aduerti, non in diuerſum torqueat attrahens deorſum pondus; ne videlicet gyri illi contrarij, vel reciproci, quietem ſimul, & fidem perpendiculi conturbent: tum in feneſtra conſtitutus, & tabulam albam, ſeu chartam manu geſtans, eamque veluti parallelam Horizonti, vel etiam inclinatam, aut Verticali æquidiſtantem, prope lineam perpendiculi, collocatam tenens, vel potiùs eam ſinens immotam ſuper feneſtræ margine, obſeruo diligenter momētum, quo vmbra lineæ perpendiculi M N, & vmbra funiculi A D I in vnam eandemque lineam perfectè coiuerint in prædicta charta; ac eo temporis momento Solem eſſe in Meridiano pronuntio: vnde ſi fortè tunc paratus ibidem, aut prope eum locum fuerit Gnomon; poteſt eius è vertice cadens vmbra diligenter notari: hæc enim vmbra eſt certò Meridiana; & per id punctum ducenda eſt Meridiana linea.

Demonſtratio.

QVoniam duæ lineæ perpendiculorum E F, & M N appenſi ponderis inclinatione naturali ad commune grauium, ipſiuſque terræ centrū diriguntur, & in eo, ſi producerentur, angulum facerent ſe inuicem ſecantes; in vno ſunt plano *per 2. 11 elem.* Quia vero eas in E, & M ſecans alia extenſi funiculi A D I linea vnum triangulum cum eiſdem efficit; ſequitur eam quoque in vno pariter cum illis plano eſſe *per eandem 2 11.* & quia hoc planum, (vt natura demonſtrat perpendiculi) ad Horizontem rectum eſt, inceditque per Zenith; & præterea (vt oſtendit linea optica G D H) per polum mundi tranſit; ſequitur illud cum plano Meridiani conuenire. Igitur cùm radius lucis, à centro Solis prodiens O N, in eo plano fuerit, erit conſequenter in plano Meridiani: eſſe autem illum reuera in eo plano, euidenter oſtendit vmbra vnica cadens à duplici eiuſdem plani linea, videlicet A M, & M N. Et conſequenter vmbra, quam eodem temporis momento proiecerit non longè ab eo loco fixi ſtyli apex, erit verè

rè vmbra meridiana, & per eius vmbræ punctum ducenda erit Meridiana linea, quod fuit demonstrandum.

Quintò inueniri potest linea Meridiana ductu acus Magneticæ.

VTere Instrumento declinatorio, cuius descriptio habetur inferius *prop.* 16 in quo suppono contineri Magnete imbutam chalybeam acum ad minus palmarem eamque optimam, & probatam, cuius eo in loco, in quo es, declinationem distinctè noueris (modus eam declinationem cognoscendi tradetur *eadem prop. in fine*) sic autem operabere. Capsulam A D à quadrato O R auulsam (siue cum eo coniunctam) colloca in plano Horizonti parallelo, eamque ita, ac tamdiu moue, donec placide conquiescens acus directa cuspide H gradum prædictæ declinationis respiciat in arcu, & limbo F G; tunc enim linea quæ per L, & M ducitur, vel altera eidem parallela, erit linea Meridiana; hoc est, communis sectio plani Horizontalis & circuli Meridiani; cuius rei demonstratio pendet ex dicendis *eadem citata prop.* 16.

Propositio XIII.

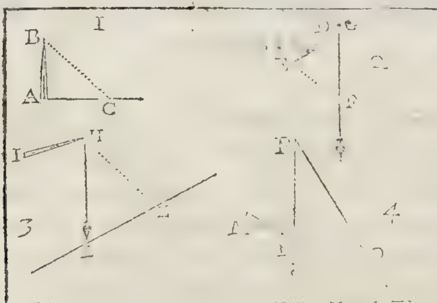
Lineam Meridianam loci ex prædictis inuenire dato stylo in quouis ad horarij delineationem comparato plano, quod tamen non æquidistet circulo Meridiano.

PLura hoc problemate continentur, quàm vt possint vno communi præcepto absolui; cùm enim non vnus, idemque sit omnium planorum situs, non idem etiam est lineæ Meridianæ in eis designandæ modus, siquidē in plano Horizontali, vt & in Verticali, ac etiam inclinato non declinante, linea Meridiana per locum styli incedit; in alijs verò, id est in declinant. & in inclinat. simulque declinant. minimè. Dicam itaque in singulis qua ratione rem hanc ego peragam; precipuæ enim mihi curæ est, in negotio horographico (vt antea dixi) lineam Meridianam certò inuenire, cùm ex ea, maximam partem, pendeat horariorum recta delineatio.

In primis igitur pro quibuscunque planis obseruo diligentissimè vmbram, quæ à vertice styli in ipsum planum cadit eo temporis momento, quo Sol in circulo Meridiano lucet (id vero momentum agnosco aliquo ex quinque modis præcedenti *proposit.* 12 explicatis, sed præcipuè quarto cuius mihi fides præ cæteris arridet) & punctum eiusdem vmbræ rubrica,

vel

vel impreſſo aliquo ſigno ſubtiliter annoto. Tale eſt punctum C in prima figura; & F in ſecunda; & K in tetia; ac tandem O in quarta. Deinde ſi planum eſt Horizontale, vt eſt 1; ex C puncto vmbræ meridianæ obſeruatæ,



per A locum ſtyli duco rectam A C, in quam ſemper meridie vmbra verticis B. Eodem modo, ſeruata proportione, faciendum eſt in plano Verticali directo, ac etiam in plano inclinato minimè declinante, tam in inferiori, quàm in ſuperiori facie; in his enim planis, vt ante dixi, linea Meridiana per locum ſtyli incedit; quia videlicet ea plana ad angulos rectos ſecat Meridianus.

Si verò planum fuerit Verticale declinans, vt eſt 2; tunc aſſumo perpendiculum, eiuſque liberè ex loco ſuperiori, vt G, pendentem quietam lineam, notatæ priùs vmbræ puncto F applico, & ſecundùm eius lineæ ſidem, lineam Meridianam G F deſigno, in quam videlicet, ſemper meridie cadet vmbra à vertice E: quod autem vides Meridianam hanc minimè tranſire per D locum ſtyli; ideo eſt, quia hoc planum, vt dixi, declinat, hoc eſt, non ad angulos rectos à Meridiano ſecatur.

Si planum fuerit inclinatum, ſimulque declinans ſecundùm faciem ſuperiorem, vt eſt 3; perpendiculum à ſtyli vertice H pendens demitto, & paulatim labi ſino, donec inferior eius cuſpis (quæ neceſſariò in eadem linea recta, in qua eſt filum perpendiculi, eſſe debet, vt notaui *prop. 7*) ſubiectum planum attigerit, vt in L; nam per contactus punctum diligenter notatum, ac per K punctum meridianæ priùs obſeruatæ vmbræ, duci debet linea L K, in quam ſemper à vertice H cadet vmbra meridie.

Si denique planum fuerit inclinatum, ſimulque declinans, vt præcedens, ſed ſecundùm inferiorem faciem, vt eſt 4; perpendiculum ſupernè, vt in P, applicatum ipſi plano. Sic dirigo, vt eius liberè pendens, & quieta linea P Q attingat ſtyli verticem N, & tunc diligenter noto punctum contactus plani cum linea perpendiculi videlicet P; ac per P, ſimulque per O punctum videlicet obſeruatæ priùs vmbræ meridianæ, duco lineam P O, in quam à vertice N, ſemper vmbra meridie cadet,

De-

Demonstratio.

FAcilis eſt demonſtratio quoad planum figuræ primæ, videlicet Horizontale, aut Verticale; aut etiam, vt dixi, inclinatum non declinans cùm enim ſtylus ad ea plana ſupponatur rectus, & ſimiliter circulus Meridianus ad eadem rectus ſit, ſequitur ipſum, qui *per prop.* 11 *primi huius* per verticem ſtyli, vtpote in centro Sphæræ exiſtentem, tranſit, tranſire etiam per totum ſtylum, atque adeo per locum eius in plano horologij, vtpote A: quia verò ex obſeruata meridiana vmbra, eiuſque puncto notato C, conſtat ipſum C in plano circuli Meridiani eſſe *per Coroll. prop.* 13 *primi huius*; ſequitur rectam C A eſſe communem huius plani, & circuli Meridiani ſectionem.

At verò quoad planum Verticale declinans, vt eſt 2; quia planum Meridiani, & planum horologij ad Horizontem recta ſunt; erit quoque *per* 19 11 *elem.* ad eundem Horizontem recta eorum communis ſectio. Et quia punctum obſeruatæ vmbræ F eſt in ea ſectione *per Coroll. prop.* 13 *primi huius*; ſequitur dictam eorum communem ſectionem eſſe rectam G F, quæ beneficio, & indicio perpendiculi ducta eſt ad Horizontem recta per dictum vmbræ punctum F.

Quoad planum 3 figuræ inclinatum, & declinans ſecundùm faciem ſuperiorem; quia circulus Meridianus per axem Horizontis, atque adeo per lineam perpendiculi tranſit, tranſit etiam per punctum in quo eidem axi, ſeu lineæ perpendiculi, planum horologij occurrit, quale eſt punctum L, quod hoc loco ipſum Nadir repreſentat: aliunde verò *ex Coroll. prop.* 13 *primi huius*, tranſit idem Meridianus per obſeruatæ vmbræ Meridianæ punctum K: igitur recta per L, & K ducta, erit communis ſectio plani inclinati, & declinantis, cum circulo Meridiano; ac in eam cadet ſemper meridie vmbra è vertice H.

Denique quoad planum quartæ figuræ; quia punctum P, in quo lineæ perpendiculi, ſeu axi Horizontis, planum hoc inclinatum occurrit, refert punctum Zenith in horologio; tranſibit communis circuli Meridiani, & huius plani ſectio per dictum punctum P. Et quia etiam obſeruatæ ac notatæ vmbræ punctum O, eſt in plano Meridiani, *ex Coroll. prop.* 13 *primi huius*, recta per O, & P ducta, erit linea Meridiana, ſeu ſectio communis Meridiani, & plani huius inclinati, ſimulque declinantis, ſecundùm faciem inferiorem. Igitur dato ſtylo in quolibet plano &c. lineam Meridianam loci rectè deſignauimus, quod fuit demonſtrandum.

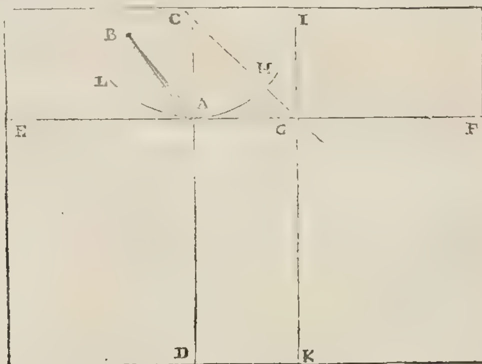
Alium prǽterea modum poſtea tradam (*prop.* 48, eiuſque Scholio) lineæ Meridianæ deſignandæ in quacunque non ſolùm plana, ſed etiam conuexa, vel concaua ſeu regulari, ſeu irregulari ſuperficie; qui modus facillimus eſt, idemque certiſſimus.

Pro-

Propoſitio XIV.

Dato ſtylo, & linea Meridiana loci in plano Verticali declinante, declinationis angulum inuenire.

SIt datus ſtylus A B, & linea Meridiana iam ducta I K in plano declinante, cuius tamen declinationis quantitas ignota quæritur. Per locum ſtyli A ducatur *per prop. 6 huius* linea Verticalis A D, producaturque ſurſum



versùs C. ducatur etiam *per prop. 5* linea Horizontalis E F, quæ Verticalem quidem in A loco ſtyli, Meridianam verò ſecet in G. Sumatur deinde aperto circino longitudo ſtyli A B, eique, in linea producta Verticali abſcindatur æqualis A C: tum ex C per G ducatur recta C G: & angulus G C A, erit angulus declinationis; cuius quantitas cognoſcetur in arcu H A ducto ex centro C, & comprehenſo inter rectas C G, G A.

Demonſtratio.

INtelligatur triangulum A G C moueri ſuper immota baſi A G, donec ad angulos rectos plano, in quo nunc videtur eſſe, inſiſtat; itaut eius vertex C cum ſtyli vertice B conueniat: erit tunc dictum triangulum in plano Horizontis (ſicut nunc eſt in plano ad Horizontem recto) recta autem C G, erit communis ſectio Horizontis, & Meridiani. Et quia C A, ſeu B A (quod nunc idem eſt) eſt communis ſectio eiuſdem Horizontis, & circuli Verticalis, qui ad horologij planum rectus eſt; ſequitur *per propoſ. 8 primi huius*, angulum G C A eſſe angulum declinationis; quem per eandem metitur arcus A H, in plano Horizontis, comprehenſus inter Meridianum, & Verticalem, qui ad planum horologij rectus eſt. Igitur dato ſtylo, &c. angulum declinationis rectè inuenimus, quod fuit demonſtrandum.

Co-

Corollarium 1.

E Conuerſo inueniri poterit in eodem plano linea Meridiana, dato ſtylo, & declinatione, hoc modo, & ordine. Deſignata, vt priùs, linea Verticali C D, necnon Horizontali E F, atque etiam ſumpto centro C, & ducto arcu A H; gradus declinationis cognitæ numerentur ab A versùs H (ſi quidem declinatio fuerit à meridie in ortum, vt hìc; aliàs enim in oppoſitam partem versùs L numerandi eſſent, ſi eſſet declinatio à meridie in occaſum) & per finem numerationis ducatur recta C H ſecans Horizontalem E F in G; eritque G punctum, in quo ſectioni communi Horizontis, & Meridiani, videlicet rectæ C G, planum declinans occurrit; atque adeo per punctum G ducenda erit beneficio perpendiculi Meridiana linea I G K.

Corollarium 2.

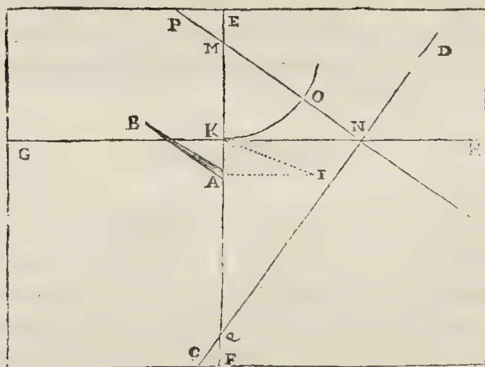
HOc modo non tantùm cognoſcitur quantitas declinationis, ſed etiam plaga mundi, in quam eſt declinatio, ſeu in quam obuertitur planum horologij quia enim triangulo G A C, in plano Horizontis, vt ſuprà, collocato, apex eius C, vtpote cum ſtyli vertice B, cohærens, centrum Sphæræ refert, *per prop.* 11 *primi huius*, conſequenter recta C G in eo ſitu refert & in plano Horizontis partem Meridianæ lineæ, quæ versùs ſeptentrionem eſt inter Sphæræ centrum, & planum horologij; ſimiliterque arcus H A, refert & arcum Horizontis, qui à ſeptentrione versùs occaſum tendens terminatur ad Verticalem C A (ſeu B A) igitur hæc linea Verticalis G A, à ſtyli vertice, ſeu à centro Sphæræ versùs planum horologij, vel etiam vltra per A in directum protenſa reſpicit eam mundi plagam, quæ eſt inter ſeptentrionem, & occaſum, ſiquidem arcus H A eſt minor quadrante circuli: ſi verò in oppoſitum ex A per C produceretur eadem Verticalis, citra centrum Sphæræ C; tenderet ad plagam, quæ eſt inter meridiem, & orientem; hæc quippè plaga præcedenti opponitur; atque inde cognoſcitur planum propoſitum declinare à meridie in ortum. Quoties itaque linea Meridiana in horologio inter ortum, & locum ſtyli eſt; (vt hìc) declinatio eſt à meridie in ortum: ſi verò inter eundem locum ſtyli, & occaſum contineatur linea Meridiana; declinatio erit à meridie in occaſum. Ita, ſeruata proportione, cogitare licet de planis, quibus à meridie omnino auerſis apparet ſeptentrio; quorum conſequenter declinatio ex dictis *prop.* 8 *primi huius* non à meridie, ſed à ſeptentrione denominanda eſt.

Pro-

Propositio XV.

Datis stylo, & linea Meridiana loci in plano inclinato, simulque declinante; declinationis angulum inuenire.

SIt in plano inclinanto ac declinante datus stylus A B, & Meridiana etiam data C D, *per prop. 7 huius.* ducatur Verticalis E A F; & *per 8 eiusdem* ducatur Horizontalis G H, secans Verticalem in K, & Meridianam in



N: tum A I, ad Verticalem E F, perpendicularis, fiat æqualis stylo A B; sumptoque I K interuallo æqualis abscindatur K M in Verticali K E; atque ex M per N recta educatur M N: & angulus declinationis erit N M K, cuius quantitatem indicabit arcus K O ductus ex M centro, & comprehensus inter rectas M K, M N.

Demonstratio.

SI triangulum A K I super immota basi A K moueri intelligatur, donec ad angulos rectos plano inclinato insistat, eiusque latus A I cum stylo A B conueniat; erit tunc recta I K sectio communis Horizontis, & circuli Verticalis, qui ad planum ipsum inclinatum rectus est. Si deinde producatur recta N M, vsque in P; & triangulum N K M super immota basi N K moueatur simul cum opposito triangulo M P E; donec M, verticem styli B tangat; & M K cum I K Verticali (quæ iam erit producta vsque in E) congruat: erit P M N communis sectio Horizontis, & circuli Meridiani; eritque O K arcus Horizontis comprehensus inter lineam Verticalem M K, & Meridianam M N, & consequenter *per prop. 8 primi huius* angulus declinationis erit K M N; eumque *per eandem* metietur arcus Horizontis O K. Et quia Verticalis K M à puncto K, quod est in ipso plano declinante

nante, per M centrum Horizontis dirigitur ad plagam, quæ est inter meridiem, & ortum (vt patet ex angulo acuto P M E, quem eadem Verticalis facit in plano Horizontis citra centrum eius M) sequitur declinationem esse à meridie in ortum.

Corollarium.

SI è contra data foret simul cum stylo declinatio plani suprà propositi, & quæreretur linea Meridiana loci, quam oporteret in eodem designare; æquè facilis esset eius inuentio, instituta secundùm hunc ordinem operatione. Ducantur vt priùs linea Verticalis E F, & Horizontalis G H se inuicem secantes in K; fiatque stylo A B æqualis A I, ac deinde etiam in Verticali E F, à puncto K versùs E, abscindatur K M æqualis ipsi iunctæ K I: tum ex puncto M, tanquam centro, ducto arcu K O, ad dexteram versùs H, cùm declinatio sit in ortum (nam ex parte opposita versus G duci deberet, si declinatio esset in occasum) numerentur gradus declinationis à K versùs O; & per finem numerationis, qui sit O, ducatur recta M O N, secans Horizontalem G H in N; eritque N punctum, in quo sectioni communi Horizontis, & circuli Meridiani, videlicet M N, occurret planum inclinatum, simulque declinans; ac proinde per illud punctum ducenda est linea Meridiana: aliud verò punctum in linea Verticali E F, beneficio perpendiculi *per propositionem 13 huius* obtinebitur; eritque verbi gratia Q: atque adeo per Q; & per N ducenda erit linea Meridiana N Q, quæ coincidit cum priùs data C D.

Propositio XVI.

Instrumentum inuestigandis planorum declinationibus accommodatum construere.

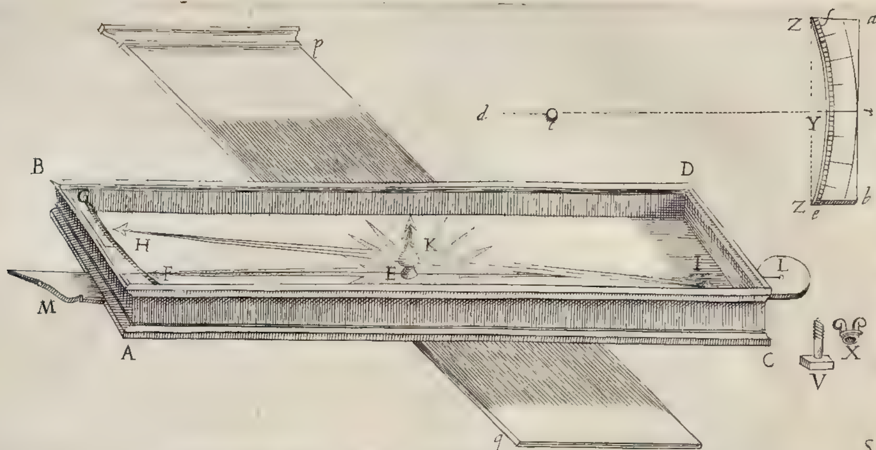
EDolata Nuce, vel Ebeno, siue alio solido ligno, capsula A D oblonga quadrangula, tali arte compingatur, vt absque vllis ferreis, vel chalybeis clauis, quatuor in gyro tabellæ ad basim orthogonæ, optimo taurino glutine, & internis commissuris, cum eadem basi, ac inuicem affabrè connectantur. Non solùm à capsulæ, sed à totius etiam instrumenti compagine ferreos clauos, chalybeosque, seu ferrum ipsum, & chalybem prorsus arceo, imò & in vicinia esse non patior; ne sollicitante naturali sympathia (quæ Magnetem inter, & ferrum est) cognata Magnetica acus, lapidis amore abrepta, atque decepta fidem fallat.

Optimum verò esset si non è ligno, sed ex orichalco fieret capsula, ipsumque etiam quadratum, de quo postea; quod & de reliquis instrumentis intelligi velim: nam instrumentum ligneum variæ (quæ subinde in ambiente aere succedunt affectiones) vel torquent, & incuruant, vel distendunt, vel contrahunt; atque adeo æqualitatem graduum, & similium mensurarum ei omnino adimunt, saltem quoad eam partem, quæ latitudini asseris respondet: vnde quando ligneis huiusmodi instrumentis vti cogor, ea ita confici curo, vt notæ omnes, aut certè præcipuæ, lineis secundùm asserculorum longitudinem extensis, non autem secundùm latitudinem transuersis committantur. Vide *prop. 21 sequentis libri.*

Capsulæ longitudo A C, seu B D secundùm internum capacem alueolum, tanta sit, vt chalybeam acum circiter palmarem, & insuper transuersam orichalceam lamellam: vt mox dicetur Z *b* vnum ferè digitum latam recipere possit. Eiusdem verò latitudo duas quintas ipsius longitudinis partes contineat, vel parum ampliùs.

Denique altitudo, seu profunditas capsulæ sufficiat tum altitudini styli E, simulque vmbilici, seu cuculli K; tum geminis intùs per gyrum excauandis crenis; quarum primæ, idest superiori, ambulatorium operculum, vt *p q* perbelle committi poterit; alteri verò scilicet inferiori inserta crystallus plana, & nitida acum cuspidi E impositam proteget; ita tamen vt eam non quidem contingat, ne liberè moueri non sinat: sed solùm beneficio transuersæ in summo vmbilico lineolæ K, in statu contineat ne de loco suo deturbetur, si quando inuerti alueolum, aut concuti acciderit.

Stylus E, tornatilis ex orichalceo, desinat sensim in acumen; sub basi autem latiore, virgulam habeat, in principio quadrangulam, in imo teretem, & stria in spiram secta munitam, quæ parato in inferiori assere ad medium quadrato foraminulo commissa, & contorto subtus cochlidio firmata



O S

P

Planorum

Inuestigandis Declinationibus

Q N

T R

mata ſtylum immobilem contineat. Opto autem ſupremam ſtyli cuſpidem chalybeam eſſe; quod facile erit, ſi reſecta cuſpide orichalcea, in eius locum ſubſtituatur, atque argenteo ferrumine copuletur chalybea; quæ tamen, poſtquam temperata fuerit, cote ita corrodatur, vt quambreuiſſima, tenuiſſimaque ſuperſit chalybea cuſpis, acumine quidem ſubtiliſsimo, ſed tantulùm exterendo, ac mox læuigando.

Acus è puriſſimo chalybe cudatur, elimetur, læuigetur tenuiſſima, leuiſſima, longa, vt dixi, palmum vnum, ſpecie ſagittæ; ſed in medio latior propter foramen ibidem faciendum: ſupra ipſum verò foramen coaptatus cucullus orichalceus K, tranſuerſam lineolam in ſummo gerat; ſubtùs verò in modum coni concaui ita perfectè vacuetur, vt interior ſummæ concauitatis vmbilicus optimè formatus, & læuigatus parati iam ſtyli cuſpidem pariter, vt dixi, læuigatam commodè excipiat, neque latior, neque arctior quàm par ſit.

Ego acum huiuſmodi conficio ex illo tenuiſſimo genere lamellæ, cuius intra verſatile tympanum conuolutæ vſus eſt communis in minutioribus organicis horologijs ad rotas, quæ vel indici horario, vel pulſando tympano deſeruiunt, promouendas: conſtat namque eius generis lamina è chalybe defæcatiſſimo, & ſumma diligentia cuſo, eſtque affabre elimata, ac expolita ad omnimodam craſſitiei æqualitatem, & ob tenuitatem forficibus facilè præſecatur, limulaque erodente conformatur in ſagittæ ſimilitudinem: illi verò ad medium foramen, cucullum coapto, non ferrumine vllo; ne, ignis ardore ſoluta chalybis temperie, nimium langueſcat acus, & proprio licet admodum exiguo pondere incuruetur; ſed ipſius cuculli baſim accommodatè ad ſagittæ tum latitudinem, tum craſſitiem ſic incido ad modum ſecuriclæ, ſeu, vt aiunt, hirundininæ caudæ, vt immiſſam aliquantula vi ſagittam hincinde amplexans firmiter contineat.

In poſteriori, ſeu boreali capſulæ parte C D, configatur ad medium orichalcea lamella vt L, quæ in circulum explicata extra baſis interraſilem coronam emineat, ita tamen vt in eodem cum infima aſſeris ſuperficie plano conſiſtat; ipſe verò circulus foraminulum habeat, cuius centrum ſit in linea L E M, quæ videlicet vtrique lateri C A, & D B æquidiſtans per E (id eſt per punctum quod in inferiore eius aſſeris facie eſt, directè, atque ad perpendiculum ſub vertice ſtyli E) ducitur, ipſamque baſim in duas æquales partes diuidit. In eadem linea ad oppoſitam partem A B producta, ſit latus fiduciale, tres circiter digitos longum, alterius ſimilis, & ſimiliter confixæ, ac in eodem pariter plano exiſtentis lamellæ M.

Ad extremum paretur alia pariter ex orichalco lamina quadrangula vt Z *b*, cuius, vt ſupra dixi, latitudo ſit ferè digitalis, craſsities modica, longitudo verò tanta, quanta eſt interna capſulæ latitudo F G, & parum amplius, quantùm videlicet ſufficit, vt paratis hincinde, id eſt in F, & in G inciſuris commiſſa, ſtet in plano, æquidiſtans imo aſſeri, ſecundùm eleuationem, quam preciſè habet ſagittæ ſtylo impoſitæ, & æquilibratæ cuſpis H. In ea

verò lamina priusquam loco suo disponatur; tot notentur gradus circuli, quot continere poterit; notentur autem in hunc modum.

Collocata eadem lamina super assere plano, itaut in eo stet firmiter agglutinata siue pice, siue aliter, ducatur ad eius latus rectum *a b* per mediū punctum Y perpendicularis Y *d*; tum aperto circino sumatur interuallum, quod est inter sagittæ cuspidem H, & centrum medij foraminis, quod est directè sub vmbilico cuculli K; eique interuallo abscindatur æqualis Y *c*; in *c* autem figatur clauulus ferreus, siue æreus, qui ad mensuram eleuationis laminæ supra ipsum planum, cui ea agglutinata est, extuberans, describendi circino arcus centrum inuariatum *c* contineat. Itaque producta per mediam clauuli bullam linea Y *d*, sumptoque iterum interuallo Y *c*, ac signo *c* ope styli chalybei, non admodum altè, sed quantùm satis est, impresso imponatur circini pes immobilis; alter verò vltra priùs assumptum interuallum K H, tantulùm extensus, ac per laminam ductus designet, & altè incidat primò quidem arcum Z Y Z, mox verò alium eidem parallelum *e f*: interualla autem graduum à puncto Y versùs Z, & Z hincinde circino transferantur in arcum Z Y Z; transferantur, inquam, ex aliquo circulo æqualis prorsus diametri, in suos (vt assolet) gradus seorsim diuiso: postmodum in eadem lamina ducantur transuersæ graduum singulorum, & quinorum, ac denorum distinctiuæ lineolæ, numerique hincinde scribantur ducto initio à puncto Y.

Quo facto lamina auulsa ab assere, limula subtiliter eradatur secundùm arcum Z Y Z, ac mox suo, vt priùs dictum est, loco statuatur, itaut sagittæ stylo impositæ, ac in modum ambulatoriæ diametri, circumductæ cuspis non quidem eam attingat, sed per totum æqualiter gyrum proxime accedat ad eius contactum: propterea enim ad arcum Z Y Z designandum pedem circini mobilem paulò ante iussi extendi tantulùm vltra priùs assumptum interuallum K H, & illud tantulum vlterioris extensionis est hoc ipsum tantulum quod nunc ad dictū arcus cuspidisque contactum superesse, vel interesse iubeo. Est autem omnino necessarium vt lineola *r* Y vnde incipiunt numerari gradus, & quæ Meridianam lineam indicabit, sit directè ad perpendiculum supra lineam L E M, antea designatam tum intùs in ipso capsulæ fundo, si opus fuerit, tum præcipuè in inferiori sub capsula superficie. Cæterùm de interiori, vel exteriori instrumenti ornatu nihil dico; liberum enim est cuique, pro suo arbitratu, quem maluerit ornatum adhibere.

Explanetur postmodum, & optimè læuigetur amplum, & perfectum quadratum è solido ligno, si fortè aliquod reperiatur tale, ac ita tempestiuè cæsum, vt inuariatam quadrati figuram cum perfecta planitie semper teneat: vel commodiùs è præstanti lapide Ardosio (cuius in similibus planis instrumentis laudatissimus est vsus) hunc Galli dicimus Ardoise, Itali Lauagna vocitant: commodissimè autem fieret ex orichalco, vt antè dixi.

Sit igitur quadratum O S R T talis, ac tantæ magnitudins, vt (sumptis inter-

interuallis P S, & Q T æqualibus latitudini dimidiatæ basis L D, siue L C; ductisque duabus rectis Q N, & P N ad se inuicem, & ad opposita quadrati latera T O, & S O perpendicularibus) duci possit ex N tanquam centro quadrans circuli Q P, cuius semidiameter sit æqualis interuallo, quod inter centrum circuli orichalcei L, & extremam cuspidem regulæ M intercipitur, & præterea supersit locus designandis tribus alijs exterioribus quadrantibus illi alteri parallelis ad interualla graduum, vt vulgò fit, distinguenda, & numeros inscribendos.

Ducto itaque cum dictis eius parallelis quadrante Q P, sumatur intùs, versùs centrum N, digitorum circiter trium spatium, quantùm scilicet linea fiduciæ in regula, seu lamina M, prominet extra imam basis oram, & paulò ampliùs; ac in eo spatio alij interiores sex quadrantes primo illi æquidistantes describantur, quos ad singula graduum minuta distinguenda reticulatim intersecent lineolæ rectæ, sed in obliquum ductæ. Quale verò & quantum interuallum inter dictos parallelos quadrantes seruari; & quæ debeat esse lineolarum rectarum obliquitas, vt explicem curaui tabellam hanc accuratè, & subtiliter incidi, quæ licet 10 tantum gradus quadrantis, contineat; reliquam tamen omnium 90 graduum seriem, vtpote similem, facilè demonstrat.

Ex A tanquam centro ducatur, & leui circino, sed constante exaretur circuli arcus notatus D E, nec non & alius interior, tres circiter latos digitos ab eo distans notatus F G. Vterque verò, vt dixi, è 90 gradibus quadrantis, decem accuratissimè diuisos, eorumque semisses contineat. Deinde in arcu D E citra latus, seu semidiametrum D A, extenso, abscindatur portio D H æqualis dimidiato gradui D *d*, diuidaturque notatis quinque punctulis in sex inuicem æquales particulas, (quarum quælibet 5 minuta gradus continebit) & iungãtur puncta duo H, & F, lineola recta subtilissima H F, quam in punctis N, M L, K, I, secent subtilissimæ aliæ quinque rectæ, à centro A (velut semidiametri) ductæ ad singula quinque iam in arcu D H distincta punctula. Per puncta verò hæc videlicet N, M, L, K, I ex A centro ducendi sunt paralleli arcus N O, M P, L Q, K R, I S; ita tamen vt tenuissima circini cuspide subtiliter exarentur, non autem latiori sulco altiùs imprimantur.

His peractis, à puncto D in *a* (hoc est à principio primi gradus in quadrante D E ad finem primi semissis, primi item gradus in arcu F G) ducatur tenuissimo, & rectissimo ductu lineola D *a*; tum ex *d*, alia similis in *b*; hoc est à puncto medio primi gradus in arcu D E ad initium secundi gradus in arcu F G; & ita deinceps cancellatim ducantur per similia, & pari modo sibi respondentia cuiuslibet tum gradus tum semissis puncta lineolæ similes, quasi parallelæ, donec integrum totius quadrantis (vel vt hìc graduum 5) rete omnino compleant. Possunt & vndatim alio ritu designari hæ lineæ quemadmodum in quinque sequentibus huius tabellæ gradibus exprimitur: ita scilicet, vt singulorum graduum in arcu D

E ini-

E initia, cum ſingulis graduum meditullijs in arcu F G, iungant lineolæ rectæ angulum facientes in dictis initijs, & meditullijs.

Tandem præter iam deſcriptos arcus tres alij vel duo ſaltem exteriores ſupra D E, & totidem interiores infra F G altè imprimantur, tali interuallo vt duplici ſerie, graduum tum ſingulorum, tum quinorum, ac denorum notas, aſcriptoſque numeros commodè recipere poſsint: duo tamen hi numerorum ordines oppoſiti ſint, itaut alter à latere ſeu ſemidiametro A B inchoetur, alter verò in eodem compleatur.

Memini me non ſemel vidiſſe alios quadrantes, huic quem conſtruo, ſimiles, & minuta graduum indicantes; in quibus paralleli arcus I S, K R, & reliqui vſque ad F G, æqualibus ſinguli ſpatijs interpoſitis diſcernebantur; inæqualitas verò quam ego iiſdem ſpatijs attribui compenſabatur tranſuerſarum lineolarum D *a*, *db*, &c. curuitate quadam. Sed malui ego lineolas quidem rectiſsimas ducere; ſpatia verò inter dictos arcus inæqualia facere ſecundùm debitam proportionem geometricè in lineola H F indicatam à punctis eius I, K, L, M, N, vt antea dictum eſt, inuentis. Et ratio, quæ me mouit, hæc eſt, quia ſcilicet longè certior, & ſine dubio facilior, ac expeditior eſt ductus lineæ rectus, quàm inflexus, licet is ipſe foret circularis; qui omnium inflexorum facillimus eſt. Et quamuis non me lateat curuilineam conuenientis, & debiti flexus regulam conſtrui poſſe, cuius legitimè iam conſtructæ vſus æquè facilis foret ac recti-

rectilineæ: tamen aliam habet ea trāſuerſarum curuitas difficultatem in vſu inſtrumenti, quam non habet rectitudo; quod ſcilicet oculus longè faciliùs diſtinguat, ac certiùs notet concurſum duarum pariter rectarum, quàm vnius curuæ, & alterius rectæ: at linea fiduciæ indicis, qualis in capſula Magnetica, notatur M recta eſſe ponitur: quāuis & ipſa curua eſſe poſſet, ſi illæ aliæ ponerentur rectæ cum interuallis inter dictos arcus æqualibus: omnibus tamen penſatis ſatius eſſe exiſtimaui, interualla circulorum inæqualia, cum tranſuerſis lineolis rectis, & indice etiam recto, quàm cum &c. æqualia facere.

Supereſt vt in quolibet latere quadrantis, è regione ſeptem arcuum (quibus rete minutorum conſtat) diſpoſitis ritè bis ſex areolis, gemini vtrinque numerorum ordines ſcribantur, ſed intereſt vnde illi inchoentur: nam ſi tranſuerſariæ lineolæ primo antea dicto modo contextæ ſint; à ſuperiori arcu D E initium ſumet vterque ordo qui in latere D F ſcribetur itaut arcui I S, reſpondeat 5; arcui autem K R reſpondeat 10; & ſequenti L Q, 15; & ita deinceps vſque ad inferiorem F G; cui conuenit 30. Et rurſus incipiendo à primo D E, cui etiam conuenit 30; arcui I S conueniet 35; & ſequenti K R conueniet 40; & ſic de aliis vſque ad vltimum F G, cui conuenit 60. In altero autem latere quadrantis, ſcribendi ſunt oppoſito modo numeri, ita vt vterque ordo inchoetur ab arcu interiori F G, ducaturque verſus exteriorem D E, ac in eodem terminetur.

Sed ſi tranſuerſariæ lineolæ ſecundo modo vndatim diſponantur in latere quidem quadrantis D F, primus numerorum ordo initium ſumet ab exteriori arcu D E deſcendendo, vt priùs, vſque ad interiorem F G; ſed ſecundus quaſi reflexè ab hoc eodem F G inchoatus, in exteriorem D E, ducetur; ita vt arcui N O, cui ex primo ordine numerorum conuenit 25, conueniat ex ſecundo, vt dixi, reflexo 35; & ita deinceps vſque ad arcum D E, cui conuenit 60. In oppoſito autem quadrantis latere G E, prima numerorũ ſeries ab arcu interiori F G exordium ducet, & ea vſque ad exteriorem D E aſcendendo perducta, ibique ſcriptis 30, altera ſeries reflexè, vt priùs, ad eundem interiorem F G reducetur, ibique 60 ſcribentur; ſicut ad dictum G E latus expreſſum vides; nam in latere D E iam ab alijs notis occupato eos numeros non ſcripſi.

Hæc modo de contextu retis: quod verò ad vſum eius attinet, expono paucis quid, & quantùm valeant ſingula cuiuſlibet arcus ſegmenta, nam hoc ſolo probè cognito, cùm in aliquod huiuſmodi ſegmentum inciderit index, ſtatim intelligetur, quot gradus, quotque minuta commonſtret.

Igitur arcus I S ſegmentum comprehenſum inter quadrantis latus D A, & notam *f* in lineola D *a*, valet 5 min. circuli verò K R ſegmentum comprehenſum eodem latere D A & nota *q* in eadem lineola D *a* valet 10 min. & ita deinceps vſque ad circulum F G, cuius ſegmentum F *a* valet 30; & tantùm etiam valet ſegmentũ D *d*, in arcu D E; quia ſcilicet eſt ſegmentum dimidiati gradus, ſed ſequentis arcus I S ſegmentum terminatum ad

notam

notam *l*, in lineola *d b* valet 35 min. & ſic deinceps vſque ad ſegm. F *b*, in arcu F G, quod valel 60 min. id eſt gradum vnum integrum, quantùm ſcilicet etiam valet ſegmentum D *e* in circulo D E; & ſic de alijs. Si itaque index cum capſula Magnetica mobilis, tangat præcisè, exempli cauſa, punctum *n*, quo lineola *d b* arcum L Q ſecat; dabit grad. 0 min. 45; vt etiã indicaret, ſecunda in latere D E ſcribenda ad dexteram, vt dictum eſt, ſeries numerorum: quod quidem intelligitur, quando à latere D F versùs oppoſitum latus E G procedit index: nam in contrario proceſſu, daret tunc index pro eo contactu notæ *n* grad. 89 completos in notula *b*, & inſuſuper min. 15 completa in notula *n* ex his cætera ſunt facillima, nec eſt quod in ijs immorer: quare pergo ad reliquam inſtrumenti fabricam.

Supereſt autem faciendum in centro N (repetatur prior figura) foraminulum orbiculare, æquale alteri priùs facto, in medio circuli L; ita autem ſubtiliter fiat; vt teres orichalceus clauulus V illud, ſicut & aliud iam dictum, iuſta menſura implens, ad angulos rectos ſit toti plano quadrato. Cum denique capſula quadrato impoſita fuerit, & traiecto prædicto clauulo copulata; clauulus ipſe à parte inferiori conuerſo cochlidio X conſtringetur; capſula verò, ſimul cum acu Magnetica circa centrum L, ſiue N, conuerti in hanc, & illam quadrati partem facilè poterit.

Aduertere autem potes, Lector, me ideo centrum motus capſulæ, non in E puncto ipſius medio collocaſſe, ſed in L puncto extremo, vt nimirum index M, longè maioris diametri arcum deſcribat (vt eſt quadrans Q P, in quo faciliùs quàm in minori minuta graduum diſtingui poſſent.

Pene omiſſeram, quod præcipuum eſt totius inſtrumenti, acum videlicet ſeu ſagittam oſtenſoriam Magnetica virtute imbuendam, & deinde inueſtigandam eiuſdem, in dato loco, vel ciuitate, declinationem à Meridiana linea.

Quoad primum itaque optimus quæratur Magnes, iſque magnus, nam paruus, licet alioqui optimus, vix ſufficientem communicaret vim acui ſolito longiori, qualem parauimus; magnus autem & præſtans eam facilè confert. Ego quidem talem Romæ eximium virtute, ac mole Magnetem nactus ſum apud preclarum virum Gualdi equitem ordinis Sancti Stephani, qui in pereleganti Muſeo infinita, pene omnium generum, antiquitatis monimenta, nec non rara quæque vel curioſa tum Naturæ tum Artis opera præcipuo ſtudio collecta aſſeruat: eſt autem ibidem pulcherrima ſtatua marmorea manu prædictum Magnetem, eumque armatum prætendens: ipſe verò Magnes pendentem antiquam militarem chalybeam ſecurim longa & valida à fronte cuſpide, longo etiam à tergo manubrio pariter chalybeo grauiſſimam ſuſtentat: illum porro exarmare permiſſum eſt mihi in beneficium oſtenſioriæ meæ ſagittæ, quam eidem ita ſpoliato, ad poli punctum diligenter inuentum affricui.

Polum autem ſeu polos ambos Magnetis ipſamque axis lineam hoc modo certiſſimè deprehendo (quem quidem modum haud ſcio an alius

ſcripſerit

ſcripſerit) geminas acus ſartorias (vel pro minori Magnetis virtute, gemina acus fragmenta) trahendas ipſi Magneti permitto; tum feſtuca, aut ſtylo quodam, tantùm non ferreo, vel chalybeo eas huc illuc impello, donec videam ambas in oppoſitis ſaxi partibus, conuerſis in ipſum, atque in ſe inuicem cuſpidibus, in vna eademque recta linea conſiſtere; hæc enim linea eſt verus axis virtutis Magneticæ; duo verò puncta quibus in ſuperficie ſaxi cuſpides vtriuſque acus inſiſtunt, poli ſunt Magnetici, qui ea præſertim arte certiſſimè, & abſolutiſſimè deprehenduntur.

Cùm iam imbuta fuerit Magnetis virtute acus, fidem eius diligentiſſimè exploro, hac arte: illam in primis ſua capſula incluſam & cryſtallo protectam, ac longiſſimè à ferro, ſeu chalybe poſitam ſino liberè quieſcere, & quietis punctum, quem ipſa ſua cuſpide ſignat in gradibus arcus F G annoto: tum illam de loco, & puncto quietis dimoueo; non quidem capſulam concutiens, vt vulgò fit, (ne dum volo acum mouere, punctum in quo quieuerat ſimul moueam, & ita ſignum quietis amittam) ſed aut chalybem, aut Magnetem ipſum illi offerens, quem illa trahentem ſequitur, & ſtatim amoto quam longiſſimè chalybe, ſeu Magnete, obſeruo num ad idem prioris quietis punctum, iterum conquieſcat acus; quod ipſum ſæpius pertento, & cùm idem repetitis pluribus experimentis fœliciter ceſſerit, conſtantiſſimæ, eiuſdemque probatiſſimæ fidei acum habeo.

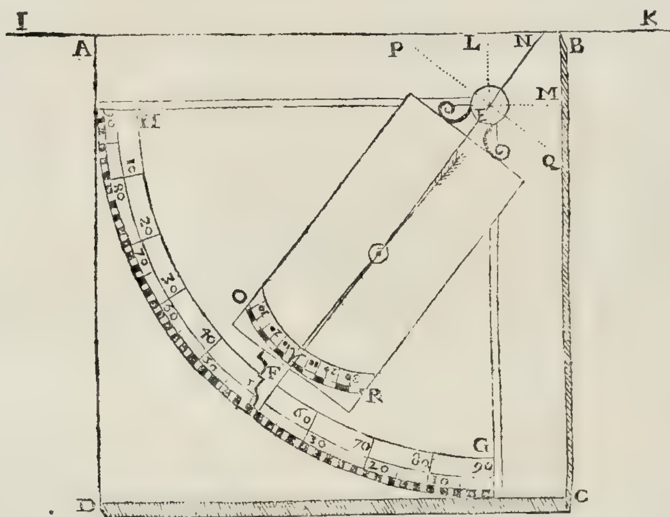
Poſtmodum declinationem probatæ iam acus hac arte inuenio. Super linea Meridiana, aliquo ex modis *prop.* 12 traditis, præſertim quarto deſignata, in plano Horizontali capſulam ita colloco, vt linea media L E M cum eadem Meridiana congruat, & ſino acum liberè conquieſcere; tum in arcu F G accuratiſſimè obſeruo gradus, &, quantùm poſſum, etiam minuta inter lineam mediam quæ eſt Y *r*, & punctum quietis à cuſpide H ſignatum comprehenſa; hæc enim mihi dant quantitatem declinationis, certè verò quicquid obſeruauerint alij quos refert P. Kircher. in ſua Philoſoph. Magn. ego Romæ declinationem reperi eſſe gr. 1. min. circiter 55 à meridie in occaſum, vel ex oppoſito (quod in idem recidit) à ſeptentrione in ortum. Deinceps igitur quoties hoc inſtrumento Romæ vti volo, illud ita dirigo, vt ſagittæ cuſpis notum, notatumque punctum quietis id eſt grad. 1 cum minutis circiter 55 inter meridiem, & occaſum præcisè reſpiciat; tunc enim recta ducta ſecundùm alterutrum latus capſulæ, vel ſecundùm mediam eiuſdem lineam L E M, eſt verè Meridiana linea. Et ſic tandem inſtrumentum inueſtigandis planorum declinationibus accommodatum conſtruximus; vt erat propoſitum.

Pro-

Propoſitio XVII.

Plani cuiuslibet in auſtrum, vel aquilonem non directè obuerſi declinationem, parati iam inſtrumenti beneficio inuenire.

QValecunque fuerit planum, cuius inueſtiganda proponitur declinatio, id eſt ſiue fuerit declinans tantummodo, ſiue ſimul etiam inclinatum; ductæ priùs in eo lineæ Horizonti parallelæ, vt I K *per 4*



huius; applicetur illud quadrati latus quod eidem conuenerit ſecundùm modum declinationis, ita ſcilicet vt quadrantis centrum E, ſemper ad partem borealem ſit, circumferentia verò G H, auſtrum reſpiciat; vt hic lineæ I K applicatur latus A B. Deinde conſtituto etiam toto inſtrumento ad planum Horizontis, moueatur circa centrum E index F cum tota capſula, & oſtenſoria ſagitta donec ipſius cuſpis in proprio *per præcedentem propoſitionem* notato declinationis puncto conſtiterit in gradibus arcus O R; tunc verò index F in gradibus quadrantis G H, oſtendet quantitatem declinationis plani propoſiti: ſed obſeruandum eſt quòd gradus declinationis numerari debent ab eo quadrantis latere quod lineæ Horizontali I K ad angulos rectos eſt; quale eſt hic latus G E, quod productum vſque in L, prædictam I K ad angulos rectos ibidem ſecat. Itaque gradus declinationis hic numerandi ſunt à G versùs H procurrendo vſque ad contactum indicis F, qui ex toto quadrante abſcindit, verbi gratia, arcum G F 38 graduum:

&

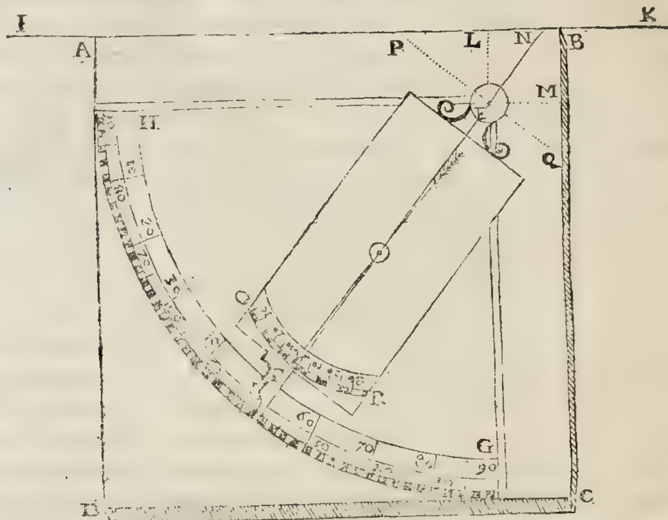
& tantam dico esse declinationem plani propositi, cui secundùm lineam eiusdem Horizontalem congruit latus A B. Declinat ergo id planum grad. 38 ab F, id est à meridie in G, id est in ortum; quia G respectu F, ad ortum est.

Ita si quis esset murus in parte opposita, cui septentrionem respicienti, coaptaretur quadrati latus D C, secundùm eundem instrumenti situm, qui nunc est; numerandi essent gradus declinationis, à quadrantis latere G E; quia scilicet illud est ad lineam Horizontalem in eo muro designatam perpendiculare; quapropter declinatio eius esset quidem eadem quæ præcedentis, quoad quantitatem videlicet grad. 38; sed quoad terminos, vt dicitur, à quo, & ad quem, omnino contraria: esset enim à septentrione in occasum. Similiter si alius esset murus declinans cui quadrati latus A D cohæreret in situ in quo nunc est: eius muri declinatio numeranda esset à quadrantis latere, quod Horizontali ipsius lineæ, vt priùs ductæ, vel conceptæ perpendiculare est, videlicet à latere E H; atque adeo gradus inter H, & indicem F comprehensi darent quantitatem eius declinationis, videlicet grad. 52, & quidem à Septentrione in ortum. Ita etiam è contrà si in eodem quadrati situ, lateri eius B C alius iungeretur murus; numeranda esset eiusdem declinatio ab eodem quadrantis latere H E, id enim vsque in M productum, lineam eius muri Horizontalem ad angulos rectos secaret in M: quare eius declinatio esset quidem priori æqualis videlicet grad. 52; sed dicenda esset à meridie in occasum. Ex his nunc puto facillimum esse murorum quaslibet declinationes expendere. Nec est necesse alia ponere exempla, præter hæc quatuor, cùm in his omnium species declinationum contineantur.

Demonstratio.

PRoducatur linea Meridiana F E in N; fiatque ad eam perpendicularis P E Q: sit verò C centrum Horizontis: erit tunc E N portio Meridianæ, quæ à centro Horizontis versùs septentrionem porrigitur; P E Q verò erit sectio communis Horizontis, & circuli Verticalis ad Meridianum recti, quæ Æquinoctiorum ortum in Q, occasum verò in P designat. Quia igitur quadrati latus A B, lineæ Horizontali I K in plano declinante, congruit; erit quadrantis latus productum H E M (vtpote dictæ I K æquidistans) communis sectio Horizontis, & circuli maximi plano declinanti æquidistantis. Et quia quadrantis latus productum, G E L, est tum ad planum I K, tum ad latus H E M, rectum; erit eadem recta G E L, communis sectio Horizontis, & circuli Verticalis, qui ad vtrunque pariter rectus est. Et quia hic Verticalis ab L puncto plani declinantis, per E centrum Sphæræ seu mundi tendit in G, hoc est respicit

plagam, quæ eſt inter meridiem F, & ortum Q; ideo ipſum planum I K, reſpicit oblique meridiem, declinatque ab eo in ortum *per prop.* 8 *primi huius*, & per eandem angulus declinationis eſt F E G, cuius quantitatem dat arcus Horizontis G F.



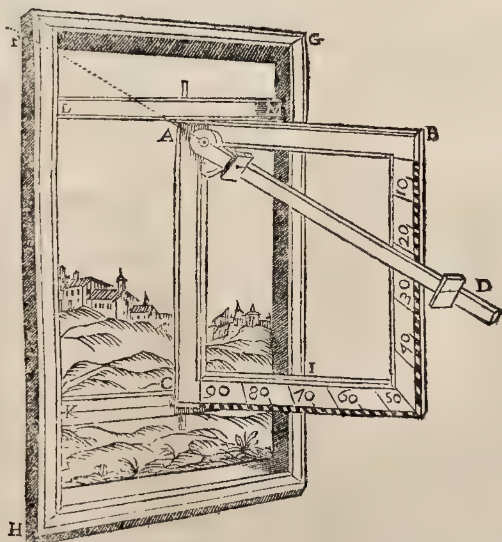
Similiter quoad ſecundum exemplum. Quia quadrantis latus H E æquidiſtat lineæ Horizontali plani declinantis, cui quadrati latus D C congruit erit recta H E M communis ſectio Horizontis, & circuli maximi, cui dictum planum declinans æquidiſtat; recta vero G E L, erit ſectio communis Horizontis, & Verticalis ad idem dictum planum recti. Et quia hic Verticalis à parte ipſius plani declinantis, G, per Horizontis centrum E, tendit in L; atque adeo dirigitur ad plagam, quæ eſt inter ſeptentrionem N, & occaſum P; ideo dictum planum reſpicit obliquè ſeptentrionem, declinatque ab eo ad occaſum *per* 8 *primi huius*, & per eandem angulus declinationis eſt N E L; ſeu alius ad verticem E, ipſi æqualis F E G, quem metitur arcus Horizontis F G. Hanc vtranque demonſtrationem facilè quiuis per ſe ipſum applicabit tertio exemplo, quod eſt de plano declinante ſecundùm latus A D; & quarto etiam exemplo, quod eſt de plano declinante ſecundùm latus B C; nec non alijs quibuſcunque exemplis. Igitur plani cuiuſlibet non directè in auſtrum vel ſeptentrionem obuerſi, declinationem per inſtrumentum rectè inuenimus; quod fuit demonſtrandum.

Pro-

Propositio XVIII.

Ad poli, vel ſideris cuiuslibet eleuationem certiùs inueniendam, inſtrumentum cum circuli quadrante conſtruere, idemque in ſitu ad obſeruationem conueniente ita firmare, vt ventorum impetu non commoueatur; & tamen ad placitum huc atque illuc ad quamlibet aliam ſimilem obſeruationem faciendam, momento conuerti poſsit, conuenientem nihilominus obſeruationi ſitum ſemper æqualiter retinens.

NOn placet hac in parte, quia neque ſatisfacit, vulgaris quadrans, vel aliud eiuſmodi inſtrumentum, de manu videlicet pendulum: nam & manus extenſa vix poteſt firma conſiſtere, etiam breuiſſimo tempore, quin feſſa pondere, tùm ſuo ipſius, tum inſtrumenti, quod gerit, tremulo quodam motu concutiatur; & oculus ipſe nimia ſimul cum manu contentione laſſulus aciem, per pinnacidiorum dioptras, in incertum dirigat; præterea verò penſile inſtrumentum, vel tremore manus vel ſaltem leuiſſimæ auræ flatu facilè in varias partes agitur; atque adeo vix, ac ne vix quidem, errorem fugere poteſt; vel certum ac verum eleuationis gradum, oſtendere. Vnde exiſtimaui tale in hoc negotio inſtrumentum eſſe debe-



re, quale nec trepidatio manus, nec venti etiam impetus commoueat; tunc enim, vel libero oculo certiſſimus extenditur per pinnacidia viſus, ſi noc-

cturna obſeruatione ſtellæ alicuius, aut puncti veri polaris, fiat propoſita operatio; vel ſi diurna fiat obſeruatione ſolaris altitudinis (vt mox dicetur) conſtans & minimè dubius per eadem pinnacidia ſe ſe inſinuans radius excipitur.

Fiat igitur tale inſtrumentum quale *tertio libro prop.* 21, *& ſequentibus* deſcribam, atque inſtruam, vocaboque Verticalem mobilem, vt B C, in quo gradus quadrantis contineantur: aut ſi quis voluerit vti quadrante, reticulato iam hìc deſcripto *prop.* 17; illi ſicut & Verticali mobili fibulæ affigendæ, & cardines pari modo aptandi ſunt vt *prop.* 24 *lib.* 3 dicetur. Collocetur etiam quadrans, ſeu Verticalis mobilis in debito ſitu, prout dicetur etiam *prop.* 40 *eiuſdem*: excepto quòd inſtrumenti centrum A debet in parte ſuperiori collocari: & quòd loco fili eidem centro *dicta prop.* 40 aptati, aptanda hìc eſt regula rectilinea vt A D cum pinnacidijs.

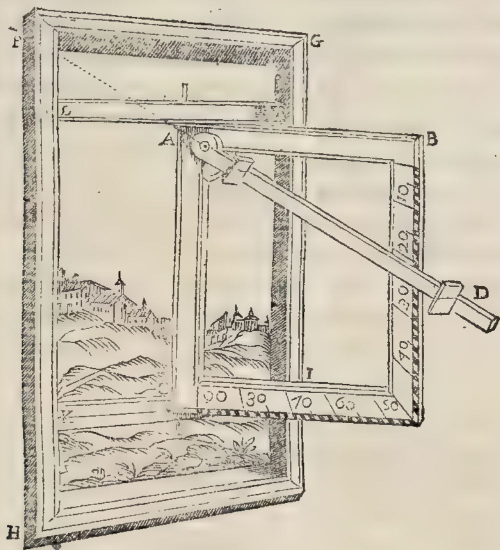
Ipſa verò pinnacidia, quoad obſeruationes diurnas (quæ non linea viſuali, ſed ipſo Solis radio per eorum foramina excepto fiunt) optima ſunt communia, quæ ſcilicet plana ſunt, & in medio perforata, & ad regulam ipſam A D (quæ Allidada dicitur) orthogona: debent autem eiuſmodi foramina ita fieri, vt eorum centra ſint in vna linea recta, quæ lineæ fiduciali dictæ Allidadæ æquidiſtet. At verò quoad obſeruationes nocturnas, ego pinnacidijs cylindricis vti malo abſque vllo foramine, quia nocte obſcura pinnulæ ab oculo remotæ foramen; præſertim ſi longior fuerit Allidada (qualis eſſe debet, vt accuratior, & certior ſit operatio) viſum fugit.

Duos itaque cylindros diametro duum circiter tranſuerſorum digitorum inuicem omnino æquales aptè colloco, (vide id quod iam dico expreſſum tum ſequenti ænea tabella; tum etiam alia 4 *lib. prop.* 1) baſes videlicet eorum ita confirmans; in plana ſuperficie Allidadæ, ad duo eius capita, vt conuexæ ipſorum ſuperficies non excedant, ſed æqualiter attingant lineam fiducialem; aut ſi forte non attingant, vel ſi excedant, æqualiter ab ea diſtent. In vſu autem inſtrumenti, libero oculo viſum, per vtriuſque cylindri conuexam ſuperficiem, ita dirigo in deſtinatum ſignum vt linea viſualis, lineæ fiduciali Allidadæ, ipſique inſtrumento æquidiſtet. Poſſet non diſſimili modo, & fortè etiam non minori certitudine, ac facilitate dirigi viſus per ſuperiora latera pinnularum planarum, ſi pariter ita diſponerentur, vt eorum laterum lineæ ad planum Allidadæ rectæ forent, & ab eiuſdem linea fiduciali æqualibus interuallis diſtarent.

His præmiſſis eleuatio poli inueniri poteſt, tum interdiu, tum noctu. Noctu quidem obſeruatione ipſius poli iam noti ex dictis *prop.* 12 *huius, numero* 4; vel obſeruatione altitudinis ſtellæ cuiuſlibet; cum hac duplici conditione; videlicet, quòd nota ſit ſtellæ ab Æquatore declinatio; & quòd illa tunc temporis in Meridiano conſiſtat. Interdiu verò inuenietur altitudo poli, obſeruatione altitudinis ſolaris, dum Sol eſt in Meridiano. Singuli hi modi breuitr exponendi ſunt, & primò hic vltimus.

Sit feneſtra G H in meridiem obuerſa, & in ea duplici tranſuerſario tigillo

gillo I K, & L M ſuſtentatum inſtrumentum circa axem A C verſatile, in debito ſitu, ad Horizontem ſcilicet orthogonali, collocatum, vt *prop.* 40 *lib.* 3 dicetur. Deinde obſeruetur *per* 12 *huius*, momentum temporis quo Sol in Meridiano lucet; & tunc conuerſo ad Solem inſtrumento, eleuetur, aut deprimatur Allidada, donec Solis radius per vtriuſque pinnulæ foramen rectà tranſeat; noteturque diligenter in gradibus inſtrumenti, punctum à linea fiduciæ A D indicatum: nam gradus inter id punctum, latuſque ſuperius A B, comprehenſi dabunt veram meridianam Solis eleuationem; qua ſic inuenta ſtatim inuenietur eleuatio Æquatoris, hoc modo.



Si Sol tunc temporis in Æquinoctiali fuerit, eadem erit eleuatio Æquatoris, quæ & Solis: Si verò Sol in aliquo Signo boreali fuerit, Vere ſcilicet vel Æſtate; cognito priùs, per ephemerides, in quo Signo, & gradu Zodiaci Sol exiſtat; in tabula declinationum (quæ habetur inferiùs *prop.* 40 quæratur declinatio eius Signi, vel gradus; & hæc ita cognita ſubtrahatur ab eleuatione Solis priùs inuenta; ſubtractione autem facta, gradus qui ſupererunt, dabunt veram Æquatoris eleuationem. Si verò Sol in aliquo Signo auſtrali fuerit, vt Autumno, vel Hyeme; inquiratur, modo iam dicto, tum gradus Zodiaci, in quo eſt Sol; tum eius gradus declinatio ab Æquatore, & hæc declinatio ita cognita addatur eleuationi meridianæ Solis inuentæ; numerus autem graduum ex vtraque conflatus dabit veram eleuationem Æquatoris. Denique ſi gradus eleuationis Æquatoris ab integro quadrante circuli, id eſt à 90, ſubtrahantur; reſiduus numerus dabit veram eleuationem poli deſideratam.

Exemplum. Sit Solis meridiana Romæ obſeruata eleuatio graduum 57 min. 46; & quidem Veris tempore, dum Sol eſt in gradu 25 Arietis (quod ex ephemeridibus notum eſſe ſuppono) quæratur in antea dicta tabella, quanta ſit declinatio 25 gradus Ariet. & è regione 25 gradus, inuenietur ſub Ariet. gr. 9 min. 42: igitur ab eleuatione 57 gr. min. 46 ſubtrahatur declinatio gr. 9 min. 42; & ſupererunt grad. 48 min. 4, pro eleuatione Æquatoris: ac denique ſi à 90 ſubtrahantur grad. 48 min. 4; ſupererunt gradus 41 min. 56, pro eleuatione poli. Erit itaque Romæ poli eleuatio grad. 41 min. 56.

Pari omnino ratione inſtitui debet operatio, ſi obſeruatione eleuationis meridianæ ſtellæ alicuius, inquiratur poli eleuatio: vt videlicet ab eleuatione meridiana ſtellæ, ſubtrahatur eiuſdem declinatio; ſi fuerit borealis: ſic enim inuenietur eleuatio Æquatoris: & hac cognita, vt priùs, ſtatim cognoſcetur poli eleuatio. Quod ſi quis polum ipſum obſeruare maluerit, & eleuationem eius abſque tot (vt prædictum eſt) calculi operationibus immediatè ex ipſomet cognoſcere: in primis inſtrumentum collocet in aliqua feneſtra ſeptentrionem reſpiciente; illudque versùs punctum poli *ex prop. 12 citata* optimè cognitum dirigat; & Allidadam ita attollat, vel deprimat, vt in linea recta per vtrumque pinnacidium ducta, videatur dictum poli punctum: & tunc arcus inter lineam Horizontalem inſtrumenti, videlicet A B, & lineam fiducialem Allidadæ comprehenſus dabit veram poli eleuationem. Neque ad huius præcepti intelligentiam, neceſſarium eſt aliud exemplum.

Sed fortè non nemini tædio ſit, tranſlatitij quadrantis, ad quoſlibet vſus in varijs feneſtris collocandi, atque aptandi ratio iam tradita. Equidem fateor eam eſſe minùs facilem, & minùs expeditam, & vtentis paupertatem vtcunque redolere; licet alioqui certiſſimæ fidei ſit. Sed ingenuè dicam, id me, non tantùm in hoc, ſed in alijs etiam ſimilibus inſtrumentis, ſemper egiſſe; vt certitudinem operationis, magis quàm ſplendidum, & magnificum inſtrumenti cultum, curarem; idque apparatus tenuiculi tum votiuo ſtudio, tum neceſſitate. Quapropter, ne Mathematicas obſeruationes, vel ſimiles operationes quæ inſtrumentorum ope fiunt, impediat rerum inopia; ſtudui ſemper, quantùm licuit, vt cum paupertate, quæ Mathematicis, licet non omnibus votiua, tamen quamplurimis familiaris eſt, fidelem inſtrumentorum ſtructuram, vſumque coniungerem. Alioqui enim ſuppetit quo ditioribus, & ipſis etiam (quos ſimilia Mathematica oblectant) Magnatibus ſatisfaciam, inſtrumentorum concinnitate, ac notularum eleganti pariter, & accurrata impreſſione, necnon expedito facilique vſu. Quare ecce in ipſorum gratiam, eundem antea deſcriptum quadrantem, nunc iterum propono, ſed nobiliore pariter & commodiore apparatu, cultuque inſtructum; totius verò machinæ fabricam, atque vſum, ſic paucis ediſſero.

Fiat pedamentum, vt L M N, triquetrum ex optimo, & ſolido ligno (vel

etiam


me ti endis Siderum eleua ti onibus

etiam ære fuſo, pariter cum reliquis partibus) amplum, & ponderoſum, datis in ſingulos radios H L, H M, & H N, duobus palmis vel ampliùs. Terna dein pedamento fulcra, eleganti opere, ſed firmiſſimè inhæreant; ſuſtineantque etiam firmiſſimè ipſis connexum ſolidum orbem I, habentem in medio foramen orbiculare, tres quatoruc digitos latum, alteri ad perpendiculum imminens foramini ſimiliter orbiculari, ſed multò minori in imo, id eſt in H poſito. Sit verò tota pedamenti altitudo à pauimento vſque in I, quatuor circiter palmorum. Præterea ſingulæ ſingulorum radiorum capitibus L, M, N, cochleæ maiuſculæ vt O, P, Q, ad angulos rectos inſerantur; quæ tranſfixæ pauimentum tangant; & cùm altiùs adactæ fuerint, pedamenti radios, è ſua quæque parte, in ſublime attollant.

Paretur poſtea electus è ſolido, ac tempeſtiuè cæſo, & abſque næuis, aut nodis ligno, tigillus arrectarius G T decem circiter palmos longus, cuius inferior ſcapus S T, ita ſit tornatus, vt parato pedamento inſertus vtrumque foramen videlicet maiuſculum I, & minuſculum H ad iuſtam menſuram impleat; imumque latiorem pedem, torno æqualiter deraſum, innixus baſi H, facilè in omnem partem verti poſſit. Reliqua verò ſuperior tigilli pars, à thorulo V verſùs G, æqualiter dedoletur in quadrum, tali arte, vt integer tigillus, duplici hac parte, ima videlicet tornatili, & ſuperiori exquadrata conſtans, rectiſſimus ſit. Poſtmodum relicto inter thorulum V, & R K, ſpatio quatuor vel quinque digitorum, inſecetur à G vſque in R K, & tantundem reſecetur de craſſitie quadrati tigilli ex vna eius parte, quantùm ſufficit, vt, craſsitie quadrantis B A C locum ſegmenti explente, eiuſdem plana exterior ſuperficies cum reſidua intacti tigilli quadri ſuperficie R K F exæquetur.

Quadrans verò circuli (cuius ſemidiameter ſit quatuor vel quinque palmorum) diuidendus in gradus, & minuta (modo antea tradito *prop.* 16) fiat ex orichalco: vel ex electa quadam Ardoſiæ cruſta; digitali, & quidem æquali, præſertim circa limbum A C, craſſitie: mox facto in centro B, rotundo foramini, clauus orichalceus tornatilis, illud idem perfectè implens, ſed tamen intra illud facilè verſatilis, ita coaptetur, vt rectos cum plana quadrantis ſuperficie angulos efficiat; eiuſque, explanatum torno caput latius, excauatæ intra quadrantis craſſitiem lacunulæ mãdatum, cum anteriori eiuſdem planitie omnino exæquetur; ipſumque ſimul contineat, ne loco ſuo cadat, quando erecto tigillo impoſitus, & clauo ipſo à parte poſteriori, intra ſtrictius paratum in tigillo foramen immiſſo ſuſtentatus, huc illuc mouebitur. Hoc verò foramen, in tigillo ita fiat ad medium, inter vtramque oram ſuperficiei G R K (quæ poſt factam antea dictam ſectionem læuigari debet, & explanari) vt cum eadem omnino ad angulos rectos ſit.

Dictus autem clauus foramini ipſi commiſſus, cochleola à tergo conſtringente, confirmandus eſt; vt in eo immobilis quidem conſiſtat, libe-

rum

rum tamen, ſed æqualem, & minimè tremulum, aut ſubſultorium motum quadranti circa centrum commune permittat. In eo autem quadrantis, & claui communi centro, per axem terebretur idem clauus, latiori quidem à tergo foramine, ſed à fronte tenuiſſimo; vt creditum ſibi pariter tenuiſſimum filum perpendiculi B F, fideliter in centro quadrantis ſemper teneat. Porro per medium ſuperficieculæ R K F ductu rectiſſimo, & ſubtiliſſimo (regula à centro B deorſum diſpoſita) deſignetur linea fiduciæ, in quam ſemper cadat filum perpendiculi: ne verò filum à globuli appenſi craſſitie impediatur quò minùs lineæ ipſi fiduciali coniungi poſſit, vacuetur in F, (qua ſcilicet globus ferit) tantula pars ligni, vt globi libero motui conueniens concedatur locus, ideſt non nimium laxus, ne ſcilicet ille tardiùs, vel difficiliùs quieſcat.

Emineat etiam ſupra hanc lacunam ſemiannulus è filo orichalceo, firmiter cohærens ligno, qui lineam perpendiculi contineat ne dum machina per varia loca defertur, huc illuc ab appenſo pondere agitetur, & abrumpatur. Præterea ad latus dictæ lacunæ F, in K, habile ex orichalco affigatur cochlidum, quo limbum quadrantis (cùm opus fuerit) trudente, firmari ipſe quadrans poſſit in ſitu deſiderato.

Superſunt quadranti aptanda pinnacidia; quæ quidem ad obſeruationes nocturnas, & alias, quæ radio viſiuo fiunt, opto (quemadmodum *hac ipſa prop.* dixi) eſſe cylindracea, vt vides in D, & E; licet non diſpliceant plana, dummodo ad rectos angulos inſiſtant planæ quadrantis ſuperficiei, & à linea lateris A B æqualiter diſtent: ad diurnas verò obſeruationes, quæ radio Solis fiunt, optima ſunt perforata.

Ad hæc ſi quadrans è lapide Ardoſio ſit, duo ſunt obſeruanda propter fragilem teneritudinem eius materiæ. Primò ne quadrantis limbum offendat, atque comminuat, durum nimis impactæ cochleæ K metallum, mollior aſſerculus, aut quid ſimile ea parte ſic aptetur, ne facile decidat; quo protegente, & duritiem, impetumque orichalci ſuſtinente, quadrantis, nihilominus in debito ſitu firmati, mollities illæſa ſeruetur. Secundò ne frequenti circa centralem clauum B, conuerſione, paulatim deteratur lapis, & foramen à priori iuſta menſura, in latiorem formam extendatur, aut etiam extra conuenientem centri locum deijciatur; fiat ad centrum B, in lapide foramen quadrangulum, & eidem æqualis è fuſili orichalco annulus, extrinſecè quadratus, intùs ad menſuram claui antea facti rotundus, & tum claui ipſius, tum latioris eiuſdem capitis, vt ſuprà capax, intra lapidei quadrantis craſſitiem ſtanno ſeu plumbo liquefacto, per vacuitates quaſlibet rimularum ſe ſe ſubtiliter inſinuante, eaſdemque exactè implente, ac mox coaleſcente confirmetur; tali tamen arte; vt foraminulum, ex quo dependet linea perpendiculi, ſemper, & perfectè ſit in centro quadrantis.

Optarem ego priùs planum lapideum perforari; mox eidem aptari prædictum annulum; ac tertiò ad omnimodam æqualitatem cum annulo, &

clauo

clauo, expoliri planam lapidis ſuperficiem; ac tandem è claui foraminulo veluti centro deſignari in ea dictos circuli quadrantes, & reliquum linearum contextum perfici: ſic enim faciliùs, & certiùs fient quæ ad verum centri locum pertinent.

Inſtrumenti ſic conſtructi vſus eſt iſte commodiſſimus idemque expeditiſſimus. Niſi pauimentum pedamento ſubiectum, Horizonti perfectiſſimè æquidiſtet, attollatur, ex hac, vel illa parte pedamentum ipſum: attollatur, inquam, conuerſione cochlearum O, P, Q; donec liberè pendentis perpendiculi filum antea deſignatæ inter K, & R lineæ fiduciali omnino congruat; tunc verò ad obſeruandum propoſitum ſignum, vt X, conuerſus quadrans attollatur, donec radius viſiuus Y X plano quadrantis cohærens vel certè æquidiſtans, per conuexam vtriuſque cylindri D nimirum & E, ſuperficiem, in centrum ſtellæ, vel alterius ſigni obſeruandi rectà dirigatur: & ſtatim verſa cochleola K, firmetur in eo ſitu quadrans: arcus verò A Z videlicet comprehenſus inter latus A B, & lineam perpendiculi B Z F, dabit ſtellæ ſiue alterius obſeruati ſigni eleuationem ſupra Horizontem in gradibus, & minutis. Idem ſeruata proportione dici debet, quando obſeruatione diurna perforatis pinnulis, radius ipſe Solis excipitur, ad eiuſdem cognoſcendam eleuationem.

Propoſitio XIX.

Quinam è duobus polis ſupra quoduis planum eleuetur, determinare.

QVodlibet planum, ſecundùm ſe ſpectatum, quamuis ſit tantùm ſuperficies abſque profunditate, id eſt ſola longitudo, & latitudo; cenſetur tamen geminas habere facies in oppoſitas plagas reſpectantes; quarum altera in planis inclinatis ſolet dici ſuperior; quæ nimirum ad Zenith directè, vel obliquè verſa eſt; altera inferior; quæ ad Nadir. Præterea ex iis faciebus altera dicitur aliquando anterior, altera poſterior: ſed anterior illa eſt, ſupra quam erectus ſtylus eminet, & de hac facie (ſeu de plano ſecundùm hanc faciem) intelligenda eſt propoſitio, ſicut & aliæ ſimiles. Cùm autem duo ſint poli, Arcticus videlicet, & Antarcticus; qui hinc inde axem Æquatoris terminant; ille ſupra planum dicitur eleuari, qui ab eo ſiue directè ſiue obliquè reſpicitur: quotieſcunque enim à plano ſecatur axis mundi; alter è duobus polis neceſſariò à plano reſpicitur, directè quidem ſi ad angulos rectos axis ab eo ſecatur; obliquè autem ſi ad angulos inæquales: cùm verò nullatenus ſecatur, ſed eidem æquidiſtat, neuter etiam tunc polus ſupra id planum eleuatur.

Eſto in exemplum Meridianus A B C D, Horizon A C; Verticalis B D; Æquator S T; eiuſque axis E F; polus Arcticus F; Antarcticus E; centrum

Sphæræ

Sphæræ, id eſt apex cuiuſlibet ſtyli, G. His poſitis ſi fuerit Horizonti A C æquidiſtans planum H K, ſecanſq; obliquè axem E F in H; & habens ſtylum

I G; manifeſtum eſt ſupra illud eleuari polum Arcticum F. Siquidem tota axis ſecti portio H F (certè non ſine ſuo termino F, quem ponimus eſſe polum Arcticum) ſupra illud eleuatur, eſtque eleuationis ſupra id planum angulus F H K qui *per* 29 1 *elem.* æqualis eſt angulo F G C, id eſt angulo eleuationis eiuſdem poli ſupra Horizontem; è contrà plano L N, ſimiliter Horizontali, ſed reſpicienti Nadir D, & ſtylum habenti M G; eleuatur polus Antarcticus E; & angulus eleuationis eſt E L N pari modo æqualis angulo E G A.

Ita plano Verticali auſtrũ reſpicienti L P, habentique ſtylũ O G; attollitur polus Antarcticus E, qui ab eo (etſi obliquè) reſpicitur angulo E L P, æquali ipſi E G D, qui eſt angulus eleuationis eiuſdem poli ſupra Verticalem B D. Necnon è contrà ſimili angulo F H R eleuatur Arcticus F ſupra planum Verticale boreale R H, cuius eſt ſtylus Q G. Ita demum plano V H, ad Horizontem quidem inclinato, ſed ad axem E F recto, habentique ſtylum H G, & Zenith B oblique reſpicienti imminet directè eleuatus Arcticus F, ſcilicet per angulum rectum F H V. Ex oppoſito autem Antarcticus E eleuatus, directè quoque imminet plano L X reſpicienti Nadir D, & habenti ſtylum L G, qui eſt portio axis ab eodem plano orthogonaliter ſecti E F.

Ex his modò in particulari ſic determinatis circa eleuationem poli huius, vel illius ſupra aſſignata plana; facile eſt eadem ratione in cæteris determinare. Breuiter ea pecurro generatim.

Primò in hac noſtra regione, cæteriſque omnibus, citra Æquatorem circu-

circulum, conſtitutis; omni plano Horizontali reſpicienti Zenith attollitur polus Arcticus; reſpicienti autem Nadir, Antarcticus.

Secundò omni plano Verticali directè auſtrali, Antarcticus; Verticali autem directè boreali Arcticus eleuatur.

Tertiò omnia Verticalia à meridie quidem declinantia, Antarctico; declinantia autem à ſeptentrione Arctico ſubiacent.

Quartò omnia inclinata (quæ nempe ad Meridianum quidem recta ſunt, ſed non ad Horizontem) ſi ad plagam auſtralem inclinentur, & Nadir reſpiciant, polo gaudent Antarctico; Arctico verò cùm Zenith reſpiciunt.

Quintò ſimilibus inclinatis, ſed ad plagam ſeptentrionalem; quamdiu eorum ſiue à Zenith, ſiue à Nadir diſtantia, in circumferentia Meridiani, minor eſt complemento eleuationis poli ſupra Horizontem; reſpicientibus Zenith, apparet Antarcticus, Arcticus verò reſpicientibus Nadir. Quando autem eorum à Zenith, vel à Nadir diſtantia maior eſt complemento eleuationis poli ſupra Horizontem; tunc reſpicientibus Zenith eleuatur Arcticus, Antarcticus verò reſpicientibus Nadir. Quando demum eorundem inclinatorum diſtantia è Zenith &c. æqualis eſt complemento eleuationis poli ſupra Horizontem, neuter eis polus apparet, quia tunc nullum cum axe angulum efficiunt, ſed ei æquidiſtant.

Sextò omnia inclinata, & ſimul declinatia, declinatione maxima, itaut ſint ad Verticalem primarium recta, ſiue ad plagam orientalem, ſiue ad occidentalem inclinentur; polum Arcticum habent, ſi Zenith reſpiciunt; Antarcticum verò ſi Nadir.

Denique de cæteris inclinatis, & ſimul declinantibus, declinatione non maxima, quomodocunque, id eſt ſiue à meridie, ſiue à ſeptentrione, idque aut versùs ortum, aut versùs occaſum declinent; ex ijs, quæ dicta ſunt, facilè quiuis poterit iudicium ferre: ego verò libens ea omitto, ne diutius in re iam non admodum difficili immorer. Neque neceſſe eſt ampliorem eorum, quæ expoſui, demonſtrationem proferre: ſolùm ſufficiet Tyroni Sphæram, & planum circulis interpoſitum, ſeu mente, ſeu etiam oculo intueri, niſi malit ad facillimum eius rei conceptum efformandum, inſtrumento declinationibus, ac inclinationibus planorum quibuſcunque accommodato, (quod habetur *primo lib. prop.* 10) vti

Propositio XX.

Datis in plano Horizontali, stylo, & Meridiana linea, & cognita eleuatione poli supra Horizontem; angulum eiusdem eleuationis supra id planum, designare: & lineam axis describere: atque etiam futuri horologij centrum inuenire.

SIt stylus A B; & Meridiana D P, ad quam perpendicularis, per A locum styli ducatur recta E A F: tum in ea abscindatur stylo A B æqualis A G; & per G æquidistans Meridianæ, siue ad ipsam E F perpendicularis

ducatur M G H: ex puncto autem G, tanquam centro, describatur ad quoduis interuallum quadrans circuli, vt M O (vel alius eidem oppositus vt H A) in quo à puncto M, versùs O (vel in alio opposito quadrante ab H, versùs A) numeratis eleuationis datæ polaris gradibus, producatur per finem numerationis, vt N, siue I, recta N G I, secans Meridianam in C. Eritque ipsa N C, quæsita linea axis; C verò centrum futuri horologij; ac denique D C N, erit angulus eleuationis poli supra planum propositum Horizontale.

Demonstratio.

QVia A G in plano iacens, æqualis est stylo A B, atque ad Meridianam D C, sicut & ille, perpendicularis, per constructionem; punctum G in plano respectu dictæ Meridianæ, repræsentabit centrum Sphæræ, quemadmodum B vertex styli; recta verò G O, axem Horizontis, & O ipsum Zenith; atque adeo recta G H, respectu etiam eiusdem Meridianæ,

næ,

næ, referet communem ſectionem Horizontis, & circuli Meridiani; cuius conſequenter quadrans borealis, ab ipſo Zenith vſque ad Horizontem, erit O M. Cùm itaque arcus M N ſit arcus eleuationis poli ſupra Horizontem, erit M G N angulus eiuſdem eleuationis. Et quia M G parallela eſt ipſi D C, quæ eſt Meridiana in plano Horizontali; erit angulus D C N, vt pote *per* 19. 1 *elem.* æqualis ipſi M G N, angulus eleuationis poli ſupra ipſum planum Horizontale. Et quia in quadrante M O, punctum N polum ipſum Æquatoris, & quidem Arcticum refert; erit recta N G C axis Æquatoris, qui ſub Horizonte, in quadrante Meridiani H A oppoſito ipſi M O, indicat in puncto I polum Antarcticum, ac proinde idem axis N G I occurrens plano in C, dat ipſum C, pro futuri horologij centro. Igitur datis in plano horizontali &c. rectè deſignauimus &c. quod fuit demonſtrandum. Hanc demonſtrationem facilè intelliget qui prædictos quadrantes M O, & H A cogitabit ſimul cum toto triangulo D C N, ſuper eiuſdem immota baſi D C attolli, donec punctum G, cum ſtyli vertice B copuletur; ſic enim tum prædicti quadrantes, tum axis, & aliæ lineæ concipientur in ſitu naturali, qualem in ipſa Sphæra obtinent.

Propoſitio XXI.

Datis in plano Horizontali, Meridiana linea, & cognita poli ſupra Horizontem eleuatione; futuri horologij centrum eligere; & angulum eleuationis poli ſupra id planum, conſtituere; lineamque axis inuenire.



SIt, vt *præcedenti propoſitione* ſtylus A B, & linea Meridiana D P; in ea verò ad libitum (conuenienter tamen, ſpectatis magnitudine plani, & loco, ſeu ſpatio ad horologij conſtructionem idoneo) ad partem tamen

auſtralem ipſius, eligatur in centrum futuri horologij punctum C: atque ex eo tanquam centro ad quoduis interuallum, & ad partem ſeptentrionalem, deſignetur circuli quadrans K Q, ducta recta C Q ad Meridianam perpendiculari: tum à K versùs Q, numerentur gradus eleuationis polaris, & per finem numerationis, vt L, ac per C ducatur recta L C, quæ erit linea axis Æquatoris; & angulus K C L, erit angulus eleuationis poli ſupra planum Horizontale.

Demonſtratio.

QVia enim hoc planum ſupponitur Horizonti parallelum; æqualis eſt ſupra vtrunque poli eleuatio; velut *in præcedenti* demonſtratum eſt angulum D C N æqualem eſſe angulo M G N: quia verò angulus K C L factus eſt æqualis angulo eleuationis poli ſupra Horizontem; cùm arcus eius ſit K L, ſequitur eundem angulum K C L, eſſe quoque angulum eleuationis poli ſupra planum Horizontale, & conſequenter recta L C, erit axis Æquatoris, quod fuit demonſtrandum.

Propoſitio XXII.

Datis in plano Verticali, ſtylo, & Meridiana linea, & cognita eleuatione poli ſupra Horizontem; angulum eleuationis etiam polaris ſupra id planum, conſtituere, & lineam axis deſignare; atque etiam futuri horologij centrum inuenire.

SIt in plano Verticali auſtrum reſpiciente ſtylus A B, & Meridiana D P; ducatur autem per A locum ſtyli recta E F, ad Meridianam perpendicularis; & in ea abſcindatur A G, æqualis ipſi ſtylo A B: mox per G, recta M G H ducatur æquidiſtans Meridianæ D P; & ex G tanquam centro ad quodlibet interuallum deſcribatur circulus integer, vel duo eius quadrantes oppoſiti M O, & H A; vel etiam ſolus M O; in quo, à puncto O versùs M deſcendendo; in altero autem quadrante, è contrà ab A versùs H aſcendendo, numerandi ſunt gradus eleuationis poli; ac per finem numerationis, vt eſt N in quadrante O M, & I in quadrante A H, ducenda eſt linea axis N G I, quæ producta versùs Meridianam, eam ſecabit vt in C; eritque C centrum futuri horologij; & D C N angulus eleuationis poli Antarctici ſupra propoſitum planum Verticale.

Demonſtratio.

SIcut propoſitio hæc, vigeſimæ præcedenti valde affinis eſt, ita cum ea demonſtrationem habet ferè eandem : cùm enim eadem vtrique figura ſeruiat, ſola pro diſcrimine intercedit mutatio ſitus itaut, quod illic Horizontale eſt, hìc habita ratione plani, Verticale ſit, & è contra : ſiquidem recta E F iam Horizontalis eſt, cùm antea Verticalis eſſet, nimirum ſectio communis plani horologij, & circuli Verticalis primarij; ita recta H G M, quæ in dicta prop. erat communis ſectio Horizontis, & Meridiani; in hac eſt ſectio eiuſdem Meridiani, & circuli Verticalis; eſtque axis Horizontis; & punctum N quod priùs polum Arcticum referebat, nunc Antarcticum refert; punctum verò I, è conuerſo; vnde facilè intelligitur, cur priùs eleuationem poli ſupra Horizontem in quadrante M O, numerauerim ab M versùs O; & in quadrante A H, ab H versùs A; cùm tamen hìc contrario ordine, iubeam numerari; quia ſcilicet quæ priùs erat linea Horizontalis, nunc eſt Verticalis, & è contra, vt dictum eſt; linea verò N C eſt vt priùs linea axis, dummodo gradus eleuationis polaris debitè numerati ſint; & C eſt centrum horologij, vt priùs; itemque angulus D C N eſt angulus eleuationis poli Antarctici ſupra planum Verticale. Et ita datis in plano Verticali &c. Quod fuit &c.

Propositio XXIII.

Data in plano Verticali, Meridiana linea, & cognita poli supra Horizontem eleuatione centrum horologij eligere; & angulum eleuationis poli supra id planum constituere; simulque lineam axis inuenire.

FIat vt *propos.* 21 circuli quadrans K Q ex horologij electo centro C, ducta recta C Q, Horizonti æquidistante. Deinde à Q descendendo versùs K, numerentur gradus cognitæ polaris eleuationis supra Horizontem, & per finem numerationis vt L, ac per C punctum centri electum, ducetur linea axis C L: eritque D C N angulus eleuationis poli Antarctici supra id planum: neque hic requiritur noua demonstratio præter duas vltimas præcedentium duarum propositionum.

Propositio XXIV.

Datis in plano Verticali declinante, stylo, & linea Meridiana loci, & cognita etiam eleuatione poli supra Horizontem, Meridianam plani declinantis propriam (quam vocant lineam styli) id est sectionem communem eius plani, & circuli maximi ad ipsum atque ad Æquatorem recti, inuenire; nec non lineam axis designare; & angulum eleuationis poli supra idem planum constituere.

SIt in quouis plano Verticali declinante, verbi gratia, à meridie in occasum, stylus A B; & Meridiana C D: ducatur per A locum styli, Horizontalis G H *per prop. 5 huius*; secetque ipsa G H Meridianam in K: ducatur & *per prop. 6* linea Verticalis E A F: atque in hac à puncto K versùs F; stylo A B æqualis abscindatur A I; & iungatur K I; cui rursus æqualis abscindatur K L; in linea Horizontali G H; ex puncto autem L, tanquam centro, describatur arcus M N secans ipsam G H in M: & ab M versùs N numerentur gradus cognitæ priùs eleuationis poli supra Horizontem; ac per finem numerationis, vt N, ducatur, & producatur recta L N, donec loci Meridianam C D, secet in O: & sic duo iam erunt cognita puncta, videlicet A locus styli, & O punctum poli; per quæ si recta producatur O A Q, erit hæc desiderata linea styli, seu communis sectio plani declinantis, & Meridiani circuli ad ipsum recti. Inuento iam centro horologij O, & Meridiana plani propria O Q, ex A loco styli ducatur ad ipsam O Q per-

Q perpendicularis A X, ſtylo A B æqualis: iuncta autem O X, & erit linea axis: angulus verò A O X, erit angulus polaris eleuationis ſupra hoc planum Verticale declinans.

C O E B V X N P K G L M A H R I D Y F Q

Demonſtratio.

INtelligatur triangulum A K I, ſuper immota baſi A K eleuari donec rectos cum plano declinante angulos efficiat, ſitque parallelum Horizonti, & latus eius K I cum ſtylo A B conueniat; erit K I communis ſectio Horizontis, & Meridiani, cùm per conſtructionem punctum K ſit in linea Meridiana C D; & I ſit in eo ſitu vertex ſtyli. Intelligatur etiam triangulum L K O, ſuper immota baſi K O ita conuerti, vt latus K L, cum latere K I, alterius trianguli priùs eleuati, conueniat. Erit tunc dictum triangulum L K O in plano Meridiani; & recta L K ſicut ipſa K I erit communis ſectio Meridiani, & Horizontis; vnde quia arcus M N, eſt arcus eleuationis poli ſupra Horizontem; erit L N O axis mundi occurrens plano declinanti in O adeoque punctum O polum ipſum repræſentabit. Et quia omnes Meridiani per vtrunque polum Æquatoris incedunt; incedet quoque Meridianus ille, qui ad planum declinans rectus eſt, per polum O: & quia idem per ſtyli verticem B tanquam per centrum Sphæræ tranſit; tranſibit etiam per A locum ſtyli, vtpote ad idem pariter planum recti: igitur recta O A Q eſt communis ſectio plani declinantis, & circuli Meridiani, qui ad ipſum rectus eſt: eſtque eadem O A Q, vera linea ſtyli, & rectè inuenta.

Præterea quia Meridiana plani propria, eſt O A Q; & O centrum eſt horologij; recta ex O per X tanquam per ſtyli verticem B ducta, erit linea axis; & angulus A O X, erit angulus eleuationis poli ſuprà planum declinans; vt patebit, ſi triangulum O A X intelligatur moueri ſuper immota baſi O A, donec X cum B vertice ſtyli, itemque cum I, & cum L,

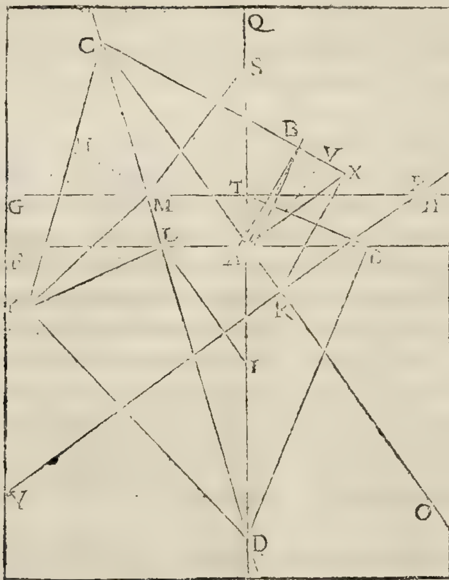
verti-

verticibus priùs eleuatorum triangulorum, coniungatur: tunc enim recta O X, cum recta O L congruet; vnde cùm demonstratum sit hanc in eo situ esse lineam axis, & illa similiter erit; quare A O X, in eo situ, erit verè angulus eleuationis poli supra id planum; & huiusmodi eleuationis gradus numerari poterunt in arcu A V, descripto quidem ex centro horologij O, terminato autem ad lineam axis O X. Igitur datis stylo & linea Meridiana, &c. Quod fuit &c.

Propositio XXV.

Cognita eleuatione poli supra Horizontem, & datis stylo, ac linea Meridiana loci in plano declinante, simulque non solùm ad Horizontem, sed etiam ad Æquatorem inclinato, Meridianam ipsius propriam, id est lineam styli, in eodem inuenire; atque etiam lineam axis; & angulum eleuationis poli supra id planum, designare.

SIt stylus A B datus, in plano declinante vt à meridie in occasum, inclinato autem ad Horizontem, exempli causa, versùs plagam, quæ in-



ter ortum, & septentrionem est; necnon ad Æquatorem etiam inclinato, id est minime æquidistante axi illius: sit etiam data Meridiana loci C D. Ducatur *per 7. huius*, Verticalis Q A D secans Meridianam in D: ducatur etiam

etiam, *per* 8, Horizontalis G H ſecans eandem Meridianam in M, & Verticalem in T: ducatur inſuper ipſi Horizontali parallela, per A locum ſtyli recta F A E, ſecans eandem Meridianam in L. Deinde ſtylo A B abſcindantur æquales A E, & A I; hæc in Verticali Q A D, illa in ipſa F A E: iunganturque E D, & I L. Poſtmodum aperto circino ſumatur interuallum D E, & eo interuallo, ex D centro deſcribatur versùs K ſegmentum circuli; rurſuſque aperto circino ſumatur interuallum L I; & eo interuallo ex L tanquam centro deſcribatur aliud circuli ſegmentum interſecans illud prius iam deſignatum in puncto K; & hoc facto iungantur K D, & K L, ac etiam K M; erit autem K M ad K D perpendicularis, ſi non fuerit erratum. Deinde, ſumpto etiam interuallo M K, deſcribatur ex M tanquam centro ſegmentum circuli ſecans Verticalem Q D in S; vel quod eòdem recidit, ipſi iunctæ T E æqualis ſumatur T S: iungaturque M S.

Denique ex K tanquam centro ad quodlibet interuallum, vt K M, versùs M deſcribatur arcus circuli M N; in eo autem numerentur gradus altitudinis poli (quæ iam ſupponitur nota) à puncto M versùs N; & recta ex centro K per finem numerationis N producta ſecabit Meridianam vt in C; quod erit centrum horologij: recta autem C A O, videlicet per punctum C iam inuentum, ac per A locum ſtyli deſignata, erit vera linea ſtyli. Inuento autem horologij centro C, ac linea Meridiana plani propria C O, ad eam per A locum ſtyli ducatur perpendicularis A X æqualis ipſimet ſtylo A B; tum per C, & X ducetur linea axis C X; & angulus eleuationis poli ſupra planum hoc declinans, & inclinatum, erit angulus A C X; quem metitur arcus A V ex eodem centro C deſcriptus, & inter rectas C O, C X comprehenſus.

Demonſtratio.

ELeuentur duo triangula D T E, & L A I; iſtud quidem ſuper immota baſi A L, illud verò ſuper immota baſi T D; donec ambo rectos cum horologij plano angulos efficiant; ita vt vtriuſque vertices, I videlicet, atque E, cum ſtyli vertice B conueniant; atque adeo ſibi congruant latus A I, & recta A E. Eleuetur deinde ſuper immota baſi C D, triangulum K C D, donec eius vertex K tangat vtrunque prædictorum triangulorum verticem, nimirum I, & E (qui iam, vt dictum eſt, cum ſtyli vertice B, vnicum punctum efficiunt) & in vnum conueniant duo latera K D, & E D. Præterea ſuper immota baſi M T moueatur triangulum M T S, donec vertex S, quatuor antea iam in vnum coniunctos vertices tangat, & eiuſdem latus M S conueniat cum recta M K, & alterum latus T S, lateri T E copuletur.

His ita diſpoſitis, triangulum D T E erit in plano circuli Verticalis, qui ad planum inclinatum, ac declinans rectus eſt: triangulum autem K C D erit in plano Meridiani: & triangulum M T S in plano Horizontis: deni-

que triangulum L A I in plano circuli maximi, qui ad priùs dictum Verticalem, & ſimul ad planum inclinatum, ac declinans rectus eſt: linea verò E D, ſeu K D, erit axis Horizontis: & K M ad ipſam recta, erit communis ſectio Horizontis & Meridiani: T E verò ſimiliter ad E D ſiue K D *per* 8 *huius* recta, erit ſectio Horizontis, & circuli Verticalis ad propoſitum planum recti: angulus autem M S T *per* 8 *primi huius* erit angulus declinationis; ſicut angulus E D A (ſeu alius eidem ſub Horizonte æqualis A E T) eſt *per* 9 *eiuſdem*, angulus inclinationis. Igitur arcus M N in circulo Meridiano, erit arcus eleuationis poli ſupra Horizontem, atque adeo recta K N C erit axis mundi: C verò polum repræſentabit. Et quia per polum tranſeunt omnes Meridiani; iſte etiam qui ad propoſitum planum rectus eſt, per C tranſibit; & quia is ipſe per ſtyli verticem B (qui nunc idem eſt K) ac etiam per eiuſdem locum A (vt præcedenti prop. demonſſtratum eſt) tranſit, ſequitur rectam per C, ac per A eductam C A O, eſſe communem ſectionem plani propoſiti declinantis, inclinatique, & circuli Meridiani, qui ad ipſum rectus eſt.

Hinc verò ſequitur angulum A C X eſſe angulum eleuationis poli, ſupra hoc planum declinans, & dicto modo inclinatum, ſeu, quod in idem recidit, ſupra Horizõtem, cui illud æquidiſtat; poli, inquam, Antarctici, cùm à puncto C repręſentetur polus Arcticus. Huiuſmodi verò eleuationis gradus numerari poterunt in arcu A V, cuius centrum ſit C; linea enim C X ſecans eum arcum in V, eſt axis mundi, ſicut & recta K C, cui coniungitur in ſitu triangulorum antea conſtituto; linea verò C A, eſt communis ſectio plani declinantis, ſimulque dicto modo inclinati, & circuli Meridiani ad ipſum recti; in cuius propterea plano eſt arcus A V. Igitur cognita eleuatione poli ſupra Horizontem &c. Quod fuit &c.

Propoſitio XXVI.

Datis ſtylo, & linea Meridiana loci, in plano declinante, ſimulque ad Horizontem inclinato, ſed ad Æquatorem recto, Meridianam eiuſdem propriam ſeu lineam ſtyli inuenire.

PRoponitur planum, exempli cauſa, à meridie in ortum declinans, & ad Horizontem inclinatum, verſùs plagam, quæ inter occaſum, & ſeptentrionem eſt, æquidiſtans autem axi mundi; quod eſt, rectum eſſe ad Æquatorem: datus verò ſtylus eſt A B, cum linea Meridiana loci C D K inuenta *per* 13 *huius*, videlicet beneficio perpendiculi, è ſtyli vertice B dependentis, & planum in lineæ Verticalis puncto C tangentis; ac beneficio vmbræ Meridianæ, ab eodem vertice, in punctum D cadentis: vel aliter:

hoc

hoc ſuppoſito per A locum ſtyli ducatur recta E A F æquidiſtans ipſi C D K; eritque E A F optata Meridiana plani propoſiti propria.

Demonſtratio.

QVia recta C D ſupponitur tanquam ſectio communis Meridiani loci, & plani propoſiti ad Æquatorem recti, ſicut & is ipſe Meridianus ad eundem Æquatorem rectus eſt; erit dicta C D neceſſariò ad Æquatorem recta *per* 19 11 *elem.* quia verò quæſita Meridiana propria eius plani, eſt communis ſectio eiuſdem, & circuli maximi ad Æquatorem pariter recti, cùm hic ſicut & omnes Meridiani per eius polos tranſeant, erit hæc quoque Meridiana propria, ad Æquatorem ſimiliter recta *per eandem* 19: atque adeo *per 6 eiuſdem* 11 erat parallela ipſi Meridiano loci C D. Præterea quia ſtylus A B, ad hoc planum rectus eſt ſicut & ipſe Meridianus eiuſdem proprius; ſequitur ipſum Meridianum, vtpote qui per ſtyli Verticem B incedit *per* 11 *primi huius*, incedere etiam per A locum ſtyli: itaque E F recta per A locum ſtyli ducta æquidiſtans ipſi C D, erit communis ſectio plani propoſiti, & Meridiani ipſius proprij. Igitur datis ſtylo, & linea Meridiana loci, in plano &c. Quod fuit &c.

Corollarium.

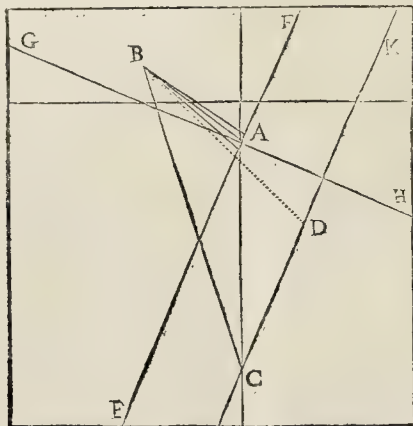
VIciſſim data Meridiana plani propria, vt E A F, obtineri poteſt Meridiana loci; ſi nimirum illi iam inuentæ, aut datæ, ducatur parallela per punctum, quo perpendiculum è ſtyli vertice pendens, planum inclinatam ferit *ex dictis propoſ.* 13 *huius*; quale hic eſt punctum C. Nam recta C K, ipſi E F parallela, erit Meridiana loci. Præterea ſi loco puncti C, perpendiculi opera inuenti, aliud quoduis, & quidem ſolum haberetur Meridianæ loci punctum, vt eſt D, beneficio vmbræ meridianæ *per* 13 inuentum

uentum, posset pariter per hoc solum punctum Meridiana loci C D K designari parallela ipsi E F.

Propositio XXVII.

In quocunque plano data linea Meridiana ipsius propria; atque etiam data linea axis, si fortè axis illud planum secet, lineam Æquinoctialem inuenire.

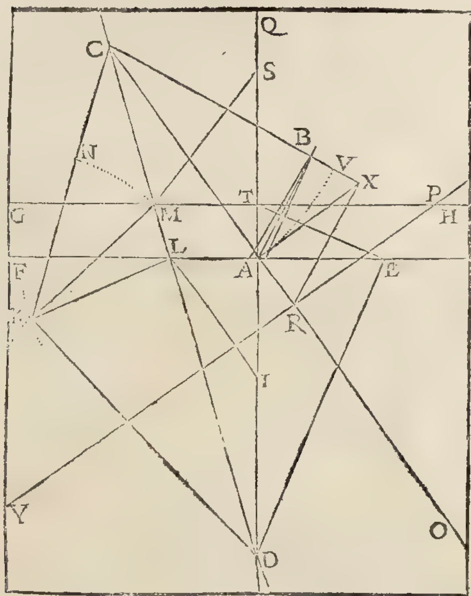
COmmunis hæc est omnibus planis regula; quòd nempe linea Æquinoctialis semper sit ad angulos rectos cum linea Meridiana ipsius plani, quæ videlicet est communis sectio illius, & circuli maximi ad ipsum, & ad Æquatorem recti; siue ea linea sit Meridiana solùm respectu ipsius plani propositi (quo modo vocatur linea styli) quod contingit in omnibus declinantibus: siue, vt contingit in cæteris omnibus, sit simul Meridiana respectu dicti plani, & respectu Horizontis loci. Cùm itaque dicta Meridiana, & Æquinoctialis inuicem ad angulos rectos secum semper sint; superest, vt inuestigetur datæ Meridianæ punctum, quo eam Æquinoctialis secat; ad eius verò puncti inuentionem, duæ solùm obseruandæ sunt leges. Primò si planum propositum secet Æquator ad angulos rectos, seu quod in idem recidit, si id planum æquidistet circulo maximo per polos mundi transeunti linea Æquinoctialis secat Meridianam supradictam in ipso puncto, quod est locus styli.



Sit enim, vt suprà, in plano à Meridie in ortum declinante, & ad Horizontem inclinato, recto autem ad Æquatorem, stylus A B, & linea plani Meridiana propria E A F; ducatur ad eam perpendicularis G A H, per A locum styli; eritque hæc communis Æquatoris, & plani propositi sectio desiderata. Et ita de alijs.

Se-

Secundò si planum propositum secet Æquator ad angulos obliquos, siue illud sit ad Horizontem perpendiculare, siue inclinatum, vel eidem æquidistans, siue etiam declinet, siue non; inuenta in eo plano linea axis; ducendus est ad eam, per verticem styli, perpendicularis radius Æquatoris; is verò Meridianam plani propriam secabit in puncto, per quod designanda est optata Æquinoctialis linea, ad ipsam Meridianam plani propriam perpendicularis.



Sit planum quodcunque obliquos cum Æquatore faciens angulos; sit etiam in eo plano stylus A B, & linea eiusdem Meridiana propria C O, cum linea axis C X. Ab A loco styli ducatur ad C O perpendicularis A X secans ipsam C X in X (erit autem A X si non fuerit erratum æqualis stylo A B) & rursus per X ducatur ad axem C X perpendicularis X R pro radio Æquatoris qui Meridianam plani propriam C O secet in R. per ipsum verò punctum R designetur recta Y R P ad ipsam C O perpendicularis; & hæc erit linea Æquinoctialis, quam quærebamus.

Proposui exemplum in plano declinante, & simul inclinato, propter difficultatem, quam fortè aliquis posset suspicari maiorem esse in huiusmodi planis quàm in reliquis: cæterùm in omnibus, quoad hoc, eadem penitus est lex; nec est necesse alia ponere exempla pro Verticalibus directis, & pro Verticalibus declinantibus, vel pro inclinatis minimè declinantibus, imò nec pro Horizontalibus. Cùm enim hæc omnia ab axe Æquatoris secentur, poterit in ijs ipsis dictus axis designari *per aliquam ex propositionibus, 20, 21, 22, 23, 24, & 25 huius*, atque adeo radius Æquatoris,

R &

& consequenter linea Æquinoctialis; vt *prop.* 20 radius Æquatoris est G R, Æquinoctialis verò linea S R T; similiterque *prop.* 21, 22, & 23 .*prop. autem* 24 radius Æquatoris est, sicut & hìc X R; linea verò Æquinoctialis Y R P.

Demonstratio.

QVoad primam partem, quæ versatur in planis ad Æquatorem rectis, sic demonstratur. Quia Æquator supponitur ad hoc planum rectus; stylus A B, qui etiam ad illud idem rectus est, erit in plano ipsius Æquatoris, alioqui facerent angulum stylus, & Æquator cùm in huius centro sit illius vertex *per* 11 *primi huius*; si verò facerent angulum non possent ambo esse ad idem planum recti, aut certè ab eodem puncto, in sublimi, videlicet centro Æquatoris, seu quod idem est à vertice styli (cùm in vnum idemque punctum conueniant) duci possent duæ lineæ ad idem planum perpendiculares, quarum vna esset ipse stylus extra planum Æquatoris, altera verò esset in plano eiusdem, hoc verò esse impossibile facilè demonstrari potest *per* 13 11 *elem.* erit igitur tam B vertex styli quàm A eiusdem locus in plano Æquatoris; & consequenter per idem A incedet communis Æquatoris, & huius plani sectio. Quia verò hoc ipsum planum, & Meridianus eiusdem proprius, pariter Æquatori sunt ad angulos rectos communis eorum sectio, videlicet E F, erit etiam ad Æquatorem recta *per* 19 11 *elem.* atque adeo *per definit.* 3 *eiusdem*, recta erit ad communem eiusdem plani, & Æquatoris sectionem: & consequenter G H, quæ per A locum styli, ducta est ad E F perpendicularis, est ipsa Æquatoris cum hoc plano communis sectio, id est linea Æquinoctialis:

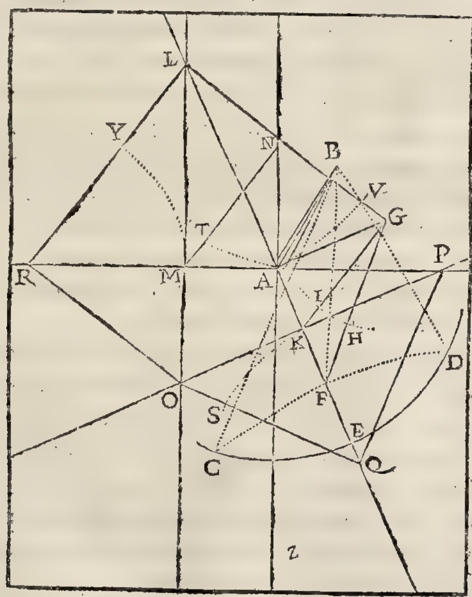
Secunda pars, quæ de alijs quibuscunque planis est, sic demonstratur. Quia ex demonstratis *prop.* 25, recta C X, vtpote per polum, ac per centrum Æquatoris ducta, est linea axis eiusdem Æquatoris; & in situ triangulorũ *eadem prop.* inter demonstrandum eleuatorum, dicta C X, est in plano Meridiani proprij illius plani simul cum C O, quæ est communis vtriusque sectio; sequitur ipsam X R esse quoque in eodem plano illius Meridiani, vtpote cùm ipsas C O, C X secet in R, X. Et quia eadem X R, per constructionem, recta est ad axem Æquatoris C X, erit necessariò ipsa X R in plano eiusdem Æquatoris, tanquam communis eius, & Meridiani proprij sectio, igitur per punctum R transibit communis sectio Æquatoris, & plani horologij. Quia verò planum horologij, simulque Æquator sunt Meridiano illi proprio pariter ad angulos rectos; sequitur *per* 19 11 communem eorundem sectionem, videlicet lineam Æquinoctialem, esse etiam ad planum eiusdem Meridiani rectam, neque hoc tantùm, sed etiam rectã esse ad communem eiusdem Meridiani, & plani horologij sectionem *per definit.* 3 11. Cùm igitur recta C O supponatur tanquam Meridiana propria plani *per prop.* 25 *huius* inuenta; recta Q P per punctum R hìc inuentum, ad ipsam C O perpendiculariter ducta, erit linea Æquinoctialis fœliciter dicto modo inuenta, quod fuit demonstrandum.

Pro-

Propositio XXVIII.

In plano Verticali declinante, dato solùm stylo, & ignorata non solùm declinationis quantitate, sed etiam poli supra Horizontem eleuatione: lineam eius plani Meridianam; & Æquinoctialem: & axem Æquatoris; & centrum horologij; & Meridianam loci; & plani declinationem; & poli eleuationem; tum supra id planum, tum supra Horizontem; nec non differentiam longitudinum, quæ est inter vtrunque Meridianum; ac denique ciuitatem, aut locum cuius Horizonti, id planum æquidistat, absque instrumento, vel analemmate, solo triplicis vmbræ indicio certissimè inuenire.

HÆc proposito multa continet, & quidem periucunda, ac non minus vtilia, facilia tamen. Sit stylus A B ad angulos rectos *per 2 huius*, plano alicui Vertic. declin. infixus in A: per idem autem A designetur



Verticalis A Z *per 6 huius*; & Horizontalis R P *per 5 eiusdem* tum ex ipsomet A tanquam centro describatur circulus, vel arcus circuli, vt C E D, ad partes, in quas vmbram è vertice styli B, casuram esse iudicatur. Lucente autem Sole obseruentur puncta duo eius circuli, quæ eodem die suo

tempore, vmbræ vertex continget vt primùm in D, & poſtmodum in C; ijs verò diligentiſſimè notatis ſicut cum proportione dictum eſt *prop.* 12 *num.* 1) diuidatur arcus D C in duas partes æquales; hac enim diuiſione inuenietur medium punctum E, per quod, & per A locum ſtyli, Meridiana plano propria (ſeu linea ſtyli) producenda eſt E A L. Sequenti die obſeruetur etiam quamdiligentiſſimè punctum eiuſdem modò deſignatæ lineæ, in quod prætercurrentis vmbræ vertex decidet vt F.

Poſſent verò tres iſtæ obſeruationes vno die commodiſſimè celebrari, ſi nimirum non tria ſolùm ea puncta, D videlicet, & C, atque F; ſed etiam integrum flexuoſum vmbræ curriculum frequentibus notatis punctis mox coniungendis vna linea, curuo quidem, ſed æquali, & ſine angulis ductu, deſignanda, qualis eſt D F C, quæ eandem Meridianam E A, ſecat etiam in F (equidem non erit vnum idemque Mathematicè punctum, quo vmbræ, verbi gratia, hodiernæ linea curua D F C eam Meridianam ſecat, & quo eandem attingeret craſtinæ vmbræ vertex, cras enim Sol non eundem parallelum percurret: ſed hìc vtrunque punctum vnica litera ſigno, tum quia non niſi breuiſſimum inter ea interuallum eſſe poteſt, tum ne ipſum ſchema nimia literarum multitudine confuſum reddam) & hunc modum præcipuè laudo, tanquam priori certiorem.

Inuento itaque puncto F, fiat A G recta, ſtylo quidem A B æqualis, ad Meridianam verò E A L perpendicularis; iungaturque G F: ex ipſo autem G tanquam centro deſcribatur ad partes F arcus circuli, quem dicta G F ſecet in H, deinde ex Ephemeride diſce Signum Zodiaci, eiuſque gradum, in quo Sol eo die verſatur, vt eſt anno 1645, 1 Auguſti, Leonis grad. 9 min. 16: eius vero gradus, & minuti declinationem pete ex tabula quã *prop.* 39 deſcribam, & inuenies pro dicta declinatione, gradus ferè 18; quos numerabis in prædicto arcu à puncto H versùs ſtylum, ſeu rectam A G; per finem verò numerationis, vt I, duces rectam G I, quæ ſecabit Medianam plani propriam E L vt in K: & per K, ad ipſam E L perpendicularem duces O K P, quæ erit linea Æquinoctialis.

Alio modo faciliùs, & citiùs inuenies punctum prædictum K, ſi figuram radiorum Zodiaci fideliter deſignatam, & ſingulos gradus Signorum continentem habueris, cuius deſcriptionem tradam *eadem prop.* 39. Nam applicata ipſi horologij plano ea figura, itaut centrum eius cum G puncto coniungatur, & Leonis gradus nonus cum dictis minutis, vt ſupra conueniat lineæ G F; radius Aequatoris ipſius figuræ, dabit in plano horologij, ſimilem radium G I, ſecantem prædictam E L in K; vel potiùs ipſemet radius Aequatoris figuræ, ſecabit ipſam E L in K.

Quòd ſi fieret, ipſo Aequinoctij die, hæc vmbrarum obſeruatio; caderent illæ omnes continuè in vnam rectam lineam *per* 141 *huius*, quæ eſſet ipſa P O: nec eſſet tunc adhibendus arcus H I, vel figura radiorum Zodiaci; nam immediatè per ſuas ipſius vmbras inuenta eſſet linea Aequinoctialis; ad quam per A locum ſtyli ducenda eſſet perpendicularis Meridiana

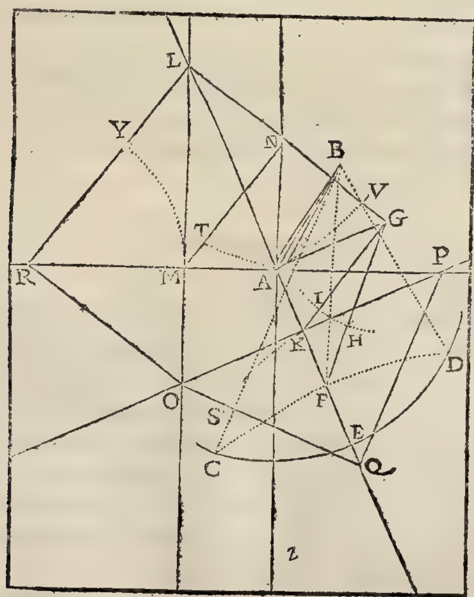
ridiana plani F A L, quæ necessariò eam secaret in K: & sic vna eademque opera inuentum etiam esset punctum K.

Ipso autem puncto K inuento, & ducto radio Æquatoris G K; designetur per G, recta G L ad ipsum radium G K perpendicularis; quæ erit linea axis Aequatoris; cùm autem ille Meridianam plani propriam E A L secuerit in L; erit L centrum horologij: quo inuento centro, si ab eo deorsum, recta L M O (dirigente eius ductum perpendiculo) designetur; erit hæc Meridiana loci secans Horizontalem quidem R P in M, Aequinoctialem verò P O, in O.

His porro ita designatis lineis, primò angulus polaris eleuationis supra hoc planum erit angulus A L G; cuius gradus dabit arcus A V, ex L centro descriptus.

Secundò angulum declinationis plani sic inuenies: in linea Verticali Z A producta ab A versùs N, abscinde A N æqualem stylo A B; & ex M in N ducta recta M N, habebis angulum declinationis M N A; cuius quantitatem inuenies in gradibus arcus A T, ex N centro descripti.

Tertiò si in linea Horizontali R P feceris M R, ipsi M N æqualem; & ex R in L rectam duxeris R L, hoc ipso angulum eleuationis poli supra Horizontem constitueris M R L; cuius quantitatem reperies in gradibus arcus M Y, ex R tanquam centro descripti. Connexa autem R O erit ad ipsam R L perpendicularis, nisi sit erratum.



Quartò angulum differentiæ longitudinum, quæ est inter Meridianam loci L O, & Meridianam plani propriam L E, sic inuenies. In ipsa L E, ex

K abſcinde K Q æqualem radio Aequatoris G K, & ex Q duc in O (ideſt in commune punctum quo ſe Aequinoctialis, & Meridiana loci interſecant) rectam Q O; & erit O Q K quæſitus angulus differentiæ longitudinum; cuius quantitatem dabunt gradus numerati in arcu Aequatoris S K, ex Q tanquam centro deſcripto: erit autem ipſa O Q æqualis rectæ O R niſi ſit erratum.

Quintò denique ciuitatem, aut locum, cuius Horizonti hoc planum æquidiſtat, in Globo vel Mappa Geographica, ſtatim inuenies hoc modo. Quære in Globo Meridianum loci, quem L O linea Meridiana refert, deinde gradus 44, verbi gratia (quot nempe continentur in arcu S K) numera in Æquatore Globi versùs occaſum; Meridianus enim plani proprius, quem refert in horologio recta L E, eſt altero occidentalior (quod patet quia planum à meridie in occaſum declinat; ſi autem declinaret in ortum, eſſet tunc ille Meridianus orientalior; & ſic prædicti grad. 44 numerandi eſſent, non versùs occaſum, ſed versùs ortum) & in fine numerationis erit Meridianus ille plano proprius, qui ſcilicet ad ipſum rectus eſt.

Poſtea quia plano iſti *per 19 huius*, eleuatur polus Antarcticus; quære in ipſo Globo inter Aequatorem, & polum Antarcticum, parallelum latitudinis graduum 27 min. 30; quot videlicet grad. & min. ex hypotheſi inuentus eſt arcus A V: in concurſu autem eius paralleli, & iam inuenti Meridiani plano proprij, erit locus ſeu regio, vel ciuitas, cuius Horizonti æquidiſtat planum hoc noſtrum, in quo horologium, nobis quidem Verticale declinans, illi verò ciuitati Horizontale deſcribetur; ita vt ſi poſtquam deſcriptum fuerit, eò deferretur, cum ſuis tum ſtylo, tum ſignis, & lineis, ac illi Horizonti parallelum ſtatueretur, verſo ad ſeptentrionem centro L; F autem, ſiue E verſo ad auſtrum, ſiue ad plagam poli Antarctici; optimè horas, aliaque oſtenderet.

Demonſtratio.

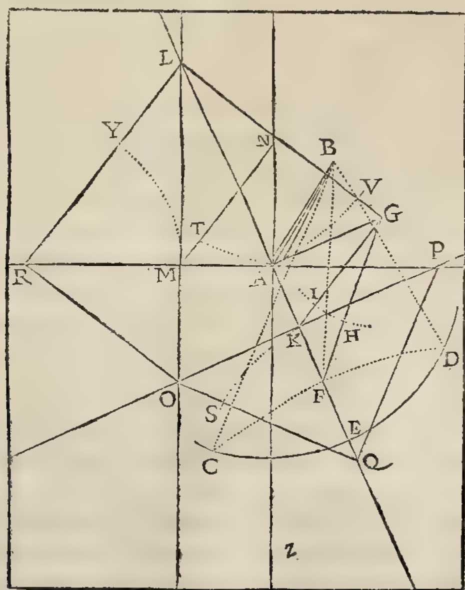
IN primis intelligatur triangulum F L G, ſuper immota baſi F L, moueri; donec plano ipſi, in quo nunc iacet, ad angulos rectos ſit, & A G recta cum ſtylo A B congruat: deinde triangulum O P Q, ſuper immota O P attollatur, & versùs rectam K G (quæ in triangulo F L G iam eleuato eſt) moueatur, donec cum eadem K G coniungatur recta K Q. Tertiò triangulum M A N, ſuper immota M A, moueatur deorſum, versùs ſtylum A B; donec cum eodem copuletur latus A N. Quartò tandem triangulum O R L, ſuper immota baſi O L, versùs ſtylum A B moueatur; donec eius verticem B, contingat trianguli mobilis vertex R.

Ita erunt in ſtyli vertice B, quatuor ſimul triangulorum vertices, videlicet N, G, Q, & R; & recta G L, in vnam conueniet cum L R; ſicut R O, cum O Q; & M R, cum M N; ac præterea K Q, cum K G.

Præ-

Præterea intelligatur pars quædam coni, ab vmbra deſcripti *per 15 primi huius*: cuius quidem coni vertex ſit B idem qui vertex ſtyli; latera verò ſint B D, B F, ac B C; ipſius autem coni, communis cum plano ſectio ſit linea curua D F C *per 20 primi huius.*

His ita in debito ſitu conſtitutis triangulis, & coni vmbroſi ſegmento; ſic dico. Primò quia ab eodem ſtyli vertice B, geminæ eodem die in eundem circulum vmbræ cadunt, ad puncta videlicet D, & C; punctum E, inter ea medium in eodem circulo, eſt id punctum, per quod, & per A locum ſtyli deſignanda eſt Meridiana propria huius plani, *per corollarium 2 prop. 12 huius*; erit igitur recta E A L, communis ſectio plani, & circuli Meridiani, ad ipſum recti; in cuius plano eſt, ſimul cum ſtylo, totum triangulum F L G. Secundò quia cum linea vmbræ B F videlicet meridianæ 1 Aug.ann. 1645, Sole exiſtente in gradu Leon. 9 min. 16, coniungitur in præſtituto ſitu, recta F G; erit F G radius Leon. grad. 9 min. 16. Et quia arcus H I, eſt in plano eiuſdem Meridiani, ab ipſius, & communi Sphæræ centro G (quod nunc eſt B) ductus; in eoque per conſtructionem continetur declinatio eius gradus 9 min. 16 Leonis; ſequitur rectam per G, & I ductam, Aequatoris eſſe radium qui productus occurrit plano, ac ſimul Meridianam ſecat in K; itaut à ſtyli vertice G (ſeu B) in K caſura ſit vm-



bra, die Aequinoctij, cùm Sol in eo Meridiano extiterit. Igitur per K, incedit communis ſectio eius plani, & Aequatoris; quæ cùm, *ex dictis prop. 27 huius*, recta ſit ad cuiuſuis plani propriam lineam Meridianam, dicta ſec-

tio

tio Aequatoris in hoc plano non poteſt eſſe alia quàm O P; quæ ad L K E recta eſt per conſtructionem.

Tertiò quia dicta O P eſt communis ſectio plani huius propoſiti, & Aequatoris cuius radium eſſe rectam G K iam demonſtratum eſt; ſequitur triangulum O P Q (vt antea dictum eſt) eleuatum, eſſe in plano circuli Æquatoris. Et quia recta G L, eſt in plano ad Aequatorem recto, putà Meridiani L E G; & per conſtructionem perpendicularis eſt ad dictum radium G K (qui in ipſo Aequatore eſt tanquam communis eius, & dicti Meridiani ſectio) recta quoque erit ad planum Æquatoris; vnde cùm per centrum eius, vtpote Q (ſeu G, & B, quæ in vnum coniuncta ſunt) tranſeat; erit eadem G L, axis Æquatoris.

Quartò quia G L axis Aequatoris Meridianam E A productam ſecat in L; ſequitur ex demonſtratis *prop. 20 huius*, L eſſe gorologij centrum, & A L G eſſe angulum eleuationis poli ſupra hoc planum; poli, inquam, Antarctici *per 19 huius*; & in arcu Meridiani proprij A V, numerandos eſſe gradus eius eleuationis *ex demonſtratis prop. 24*.

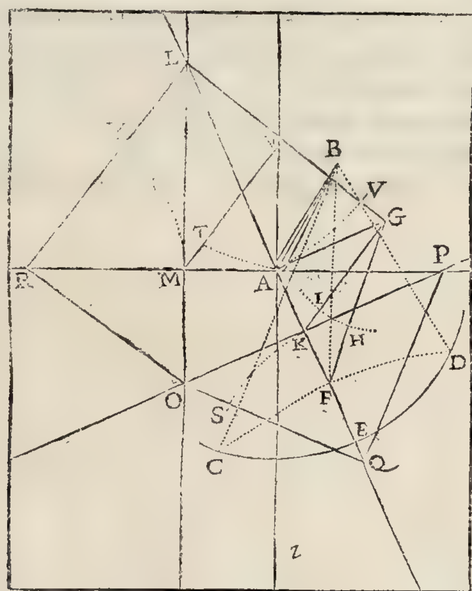
Quintò cùm ſit L centrum horologij, & polum ipſum referat; per ipſum L tranſibit Meridianus loci: quia verò tam huiuſce Meridiani, quàm ipſius horologij plana, ad Horizontem pariter recta ſunt; ſequitur communem quoque eorum planorum ſectionem, rectam eſſe ad Horizontem, *per 19 11 elem.* Igitur recta L O, quæ à centro horologij L, ducta eſt ad Horizontem perpendicularis, penes fidem ipſius perpendiculi; erit linea Meridiana loci in hoc plano.

Sextò quia trianguli M A N non ſolùm baſis MA, eſt in plano Horizontis, cum tota ſimul linea M A P, ſed etiam latus A N, cum ſtylo A B, cui coniungitur; erit etiam alterum eius latus M N in eodem plano Horizontis *per 2 11 elem.* & quia dictum latus M N, plano horologij occurrit in M (quo videlicet puncto ſe inuicem ſecant Meridiana L O, & Horizontalis P R) tranſitque per N (ſeu B ſtyli verticem) erit M N communis ſectio Horizontis, & Meridiani loci: & quia alterum latus A N, ſtylo congruit, rectumque eſt ad horologij planum; erit M N A angulus declinationis, cuius quantitatem indicat arcus Horizontis A T, *per 8 primi huius*.

Septimò quia in præſuppoſito ſitu trianguli O R L, recta M R coniuncta eſt ipſi M N; ſequitur ipſam quoque eſſe in plano Horizontis, eſſeque communem ſectionem Meridiani loci, & Horizontis; atque adeo ipſam R L, quæ cum G L congruit (ei enim æqualis eſt, ſi non fuit erratum) eſſe (ſicut & illa eſt) axem Aequatoris, prout in plano Meridiani loci; in quo etiam plano eſt totum dictum triangulum; quod cùm ita ſit, angulus M R L, erit angulus polaris ſupra Horizontem eleuationis, cuius quantitatem metitur meridiani arcus M Y.

Octauò quia in circulo Aequatoris numerant Geographi gradus longitudinum, triangulum verò P O Q, in eius plano eſt, & arcus K S, ex eius centro Q (ſiue B) deſcriptus eſt; ſequitur angulum O Q R eſſe angulum diffe-

differentiæ longitudinum inter Meridianum plano proprium E L, & Meridianum loci O L;& conſequenter S K eſſe arcum eius differentiæ : igitur quando in Globo inuentus fuerit Meridianus loci,ſi ab eo versùs occasũ ſeu versùs ortum,prout in deſcriptione diſſeritur,numerentur in Aequatore ipſius Globi, tot gradus, quot in arcu S K continentur, inuenietur in fine numerationis Meridianus plano proprius. Et quia inuentum eſt huic plano polum Antarcticum grad. 27 min. 30 eleuari, ſequitur illud æquidiſtare ei Horizonti, cui pariter ad angulos rectos eſt idem ille Meridianus, & cui pariter conuenit dicta eleuatio poli Antarctici : is verò Horizon eius regionis vel ciuitatis, quæ in concurſu Meridiani vltimò in Globo inuenti,& paralleli latitudinis grad. 27 min. 30,reperitur : quare ea eſt ciuitas, ſiue regio, cuius Horizonti æquidiſtat hoc planum. Igitur in plano Verticali declinante, dato ſolùm ſtylo &c. rectè inuenimus &c. Quod fuit &c.



Monitum.

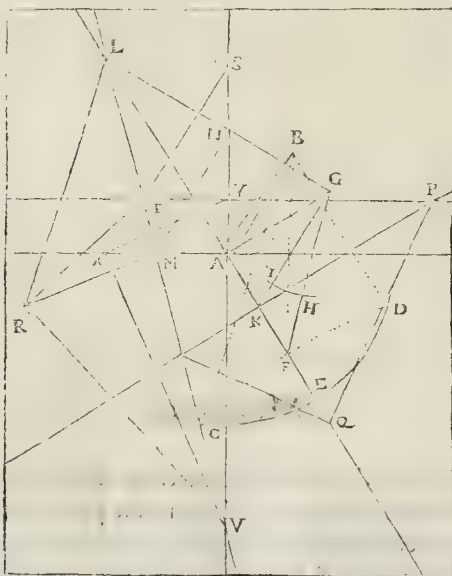
IN planum Verticale declinans declinatione maxima,quæ eſt graduum 90,non caderet Meridiana loci L O,quia tale planum eſt illi Meridiano parallelum, nec in eo eſſet vllum horologij centrum (quale eſt L) quia Meridiana eius propria vt E A L, æquidiſtaret axi Aequatoris ; radius enim Aequatoris G K cum G A, id eſt cum ſtylo B A, coincideret.

Pro-

Propositio XXIX.

In quouis plano inclinato, vel etiam declinante simul, & inclinato, ignorata non solùm declinationis, sed etiam inclinationis quantitate, ac etiam poli supra Horizontem eleuatione, lineam eius plani Meridianam; & Aequinoctialem; & alia, quæ in præcedenti prop. continentur; ac insuper inclinationem plani certissimè inuenire.

EAdem ratione, & ijsdem, seruata proportione, legibus, in quouis plano inclinato, ac etiam declinante simul, & inclinato, inueniri possunt dato solùm stylo, ea omnia, quæ in Verticali declinante antea inuenta sunt; præterquam centrum horologij in planis ad Aequatorem rectis, cùm enim illius axi ea plana æquidistent, non possunt habere huiusmodi centrum, vt paulò ante monui. Quia tamen propter inclinationem aliqua specialis in huiusmodi planis difficultas esse videtur; non erit abs re (ne quid desideret, vel ne in aliquo hæreat Lector) totum hoc, in planis etiam inclinatis, negotium aperire; ideoque in exemplum propono



planum declinans simulque inclinatum, in quo dato stylo A B obseruentur vt dictum est vmbræ B D, B F, & B C: designeturque Meridiana plani propria E A L; & Aequinoctialis, ad eam perpendicularis O P ducatur per K con-

K concurſum radij G K, & dictæ Meridianæ: fiat etiam axis G L, ad dictum radium Aequatoris rectus, & ſecans prædictam Meridianam in L. Iam verò propter inclinationem Meridiana loci hoc modo inuenietur; inquiratur *per 13 huius*, beneficio ſcilicet perpendiculi à ſtyli vertice B dependentis, punctum V, in quo dicti perpendiculi cuſpis planum inclinatum contingat; per hoc autem punctum ſic inuentum, & per L centrum horologij, ducetur optata Meridiana loci ſecans Aequinoctialem in O. Deinde ex puncto A fiat A X, ſtylo quidem A B æqualis, perpendicularis autem ad A V, quæ *per 7 huius* ſit communis ſectio plani, & Verticalis circuli ad ipſum recti; iungaturque X V, & ad ipſam ducatur perpendicularis X Y, quæ Verticalem A V ſurſum versùs S productam ſecet in Y; ac per Y ducatur *per 8 huius*, linea Horizontalis, ſecans Aequinoctialem quidem OP, in P; loci autem Meridianam L V, in T: fiat poſtmodum Y S æqualis ipſi Y X; & connectatur T S: ſimiliterque fiat A N, æqualis ſtylo A B; & connectatur M N.

Deinde ex L tanquam centro ad interuallum L G, deſcribatur versùs R, ſegmentum circuli, necnon & aliud, ex M tanquam centro, ad interuallum M N, vel etiam tertium (ſi opus fuerit) ex V tanquam centro ad interuallum V X; quin & quartum ex O, tanquam centro ad interuallum O Q: quæ ſegmenta ſe inuicem ſecent in R. Et connectantur R L, & R T, & R M, & R V, necnon R O, (licet in ipſo ſchemate non expreſſa) erit autem recta R O ad angulos rectos cum R L, ſi non ſit erratum. Præterea fiat K Q æqualis radio K G, & connectantur Q O, & Q P; eruntque, ſi non ſit erratum, ipſæ Q O, & Q P, ad inuicem perpendiculares. His ita peractis, erit vt *in præcedenti propoſitione* 28 centrum horologij L; Meridiana loci L V; angulus inclinationis A V X; angulus declinationis Y S T; angulus eleuationis poli ſupra Horizontem T R L; angulus differentiæ longitudinum K Q O; angulus eleuationis poli ſupra horologij planum, A L G; cætera omitto quia huic, & præcedenti propoſitioni communia.

Demonſtratio.

Singula triangula, videlicet F G L, & O P Q, & M A N, moueantur, & collocentur, vt *in præcedenti propoſitione*: Et inſuper triangulum T Y S, ſuper immota T Y moueatur, ac deprimatur; donec S in B vertice ſtyli ſit; & triangulum X Y V, ſuper immota Y V moueatur; donec X, prædictum ſtyli verticem B tangat: necnon etiam triangulum L V R, ſuper immota L V, versùs eundem verticem B moueatur; itaut in eodem ſtyli vertice conſtituatur trianguli vertex R. Ita fiet, vt in vnam rectam conueniant L G, & L R, per conſtructionem factæ æquales: ſimiliter in vnam coniungentur TS, & TR, vtpote etiam æquales: ita etiam MR, cũ MN conueniet; & Y X, cum Y S; & (quæ veluti deſignata eſſet, concipi poteſt) R O, cum Q O; ac denique R V cum linea perpendiculi X V.

Quia

Quia itaque R, vt pote cum B iunctum, est centrum Sphæræ atque adeo Horizontis, erit R V, axis Horizontis; & quia R T ad eundem axem recta, est necessariò in plano Horizontis, sequitur rectam T P, per ipsum punctum T, ad fidem libellæ *per 8 huius*, in plano inclinato designatam, esse communem Horizontis, & eiusdem plani sectionem; & consequenter triangulum T Y S esse in plano Horizontis. Quia verò Meridianus loci transit per axem Æquatoris, & per axem Horizontis, sequitur triangulum L V R, cuius latus R L est idem cum axe Æquatoris G L, & alterum latus videlicet V R (est idem cum axe Horizontis, id est cum linea perpendiculi X V, seu B V) esse in plano Meridiani loci, cuius consequenter, & plani horologij sectio communis erit recta L V.

Quod cùm ita sit; sequitur rectam R T (seu S T) esse communem eiusdem Meridiani, & Horizontis sectionem: ex quo iam satis intelliguntur cætera, videlicet angulum eleuationis poli supra Horizontem, esse T R L; & angulum declinationis, esse Y S T; & angulum inclinationis esse A V X, seu alium ipsi æqualem videlicet A X Y; angulum verò differentiæ longitudinum esse, K Q O; & alia quæ libenter omitto tanquam iam demonstrata *in præcedenti propositione*.

Propositio XXX.

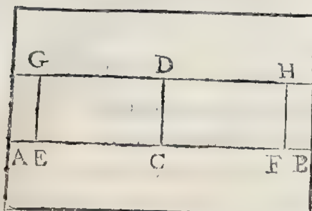
Axem, horarum Astronomicarum indicem, in debito situ collocare.

THeoreticè quidem certum est *per 11 primi huius* axem istum ita collocari debere, vt axi Æquatoris semper congruat; in praxi autem priùs inspiciendum est, num axis Æquatoris æquidistet plano horologij, vel ad illud inclinetur; an verò perpendicularis sit: tum hæ regulæ generatim seruandæ.

Prima regula. Si axis Aequatoris ad horologium rectus sit, cognito centro ipsius horologij (quod quidem horologium in hac hypothesi erit semper Æquinoctiale) figatur in eodem centro axis horarum index ad horologij planum perpendicularis *per 2 huius*; nam in hac hypothesi non differt axis à stylo, nisi quòd hic determinatam habet longitudinem, ille verò indeterminatam. Huius autem rei nouam condere figuram non puto esse necessarium.

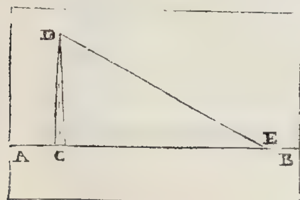
Secunda reg. Si axis Æquatoris horologio æquidistet, æquidistat etiam lineis horarijs Astronomicis, vt ex earundem descriptione constabit inferiùs *prop. 32, & 33*: quapropter in linea horaria, quæ per locum styli transit; vel certè (si nulla horaria per locum styli transeat) in alia per eundem locum styli transeunte, ac simul ipsis horarijs æquidistante; qualis est verbi gratia A C B, quæ semper erit Meridiana saltem plani, si non etiam loci

ci. Poſito quòd ſtylus ſit C D, duo alij, ad eandem lineam, ſimulque ad horologij planum perpendiculares, conuenienti ab inuicem interuallo diſſiti, vt F H; & E G, figantur, ipſi C D æquales; ſi enim illis impoſita fuerit linea quæuis ſolida nempe ferrea, vel ærea, vt recta G H; erit ea tunc in ſitu axis Æquatoris.



Aliter etiam commodiſſimè fiet ſi lamina ferrea, vel orichalcea E G H F adhibeatur, loco dictorum ſtylorum F H, & E G, ac loco lineæ G H; ſit tamen ea lamina, lata quidem quantùm longus eſt ſtylus C D; longa verò, & craſſa quantùm poſtulat, tum horologij magnitudo, tum operis venuſtas: ea porro geminis, vel etiam ternis ex ipſamet prominentibus cuſpidibus, vt in E, C, & F, depactis in totidem foramina, infuſo etiam plumbo liquefacto, vel gypſo firmiter copuletur horologij plano ad lineam A C B; tum applicata norma rectangula, explorabitur num ea lamina rectos cum plano angulos efficiat; & ſi quidem ita ſit, erit illa in debito ſitu; ſin minùs inclinanda eſt in hanc, vel illam partem, donec normæ rectangulæ fidei omni ex parte congruat; & tunc denique cum axe etiam Æquatoris congruet ſuperioris lateris G H, linea ipſi A B parallela.

Tertia regula. Si axis Æquatoris angulos cum plano horologij obliquos efficiat (quod quidem contingit in omnibus planis, quæ nec Æquatori, nec alicui per eius polos incedenti circulo maximo æquidiſtant) in primis inquirenda eſt linea Meridiana plani propria, ſiue ea conueniat cum Meridiana loci, ſiue non; deinde inquirendum eſt centrum horologij; nam ijs inuentis, ſtatim cognoſcitur quis, & quantus ſit angulus inclinationis dicti axis ad planum horologij; hoc modo.



Sit in plano horologij recta A B Meridiana eius propria *per aliquam ex præcedent. prop.* inuenta; in ea ſit E centrum horologij *per aliquam etiam ex præcedentibus* inuentum. Ducatur autem per ſtyli verticem (qui ſit D) ac per E recta D E; eritque D E C. angulus eleuationis poli, atque adeo eleuationis axis, ſupra planum horologij; quapropter ſi ad ſimilem angulum eleuetur ſupra lineam A B, virga quælibet ferrea, vel alia ſimilis, in E optimè firmata vel etiam (ſi opus fuerit) fulcro aliquo vt C D ſuſtentata; erit illa in vero ſitu axis Æquatoris. Poterit etiam ad modum laminæ quadrangulæ paulò ante deſcriptæ, confici triangularis æqualis triangulo C E D; pari modo copulanda plano horologij, & ita aptanda ſuper dicta A B, vt extremo baſis, & inclinati lateris angulo E congruat cum horologij centro etiam notato E; erectaque maneat in modum criſtæ ad horologij planum orthogona.

Demonstratio.

LIcet regulæ tres modò traditæ ſuam ſecum in praxi demonſtrationem afferant; tamen vt Tyronibus ampliùs ſatisfaciam, eas earunque praxes breuiter ſic demonſtro. Et primò quidem quia horologium Aequinoctiale parallelum eſt plano circuli Aequatoris; huius axis, vtpote ad ipſum perpendicularis, erit etiam ad planum horologij perpendicularis *per conuerſam* 14 11 *elem.* igitur vt axis, qui eſt index horarum in horologio Aequinoctiali, congruat cum axe Aequatoris; debet ille eſſe ad ipſum horologium rectus. Secundò quia *per* 11 *primi huius*, vertex ſtyli intelligitur eſſe in centro Sphæræ; linea G H in prima figura tranſiens per D verticem ſtyli D C, tranſibit etiam per centrum Sphæræ, atque adeo Aequatoris. Et quia linea A B eſt ad planum Aequatoris recta (vt demonſtrabitur, cùm de eius generis horologijs dicetur *prop.* 32, & 33) erit etiam linea G H ad idem Aequatoris planum recta *per* 8 11 *elem.* hoc ipſo videlicet quòd facta eſt ipſi A B parallela. Igitur erit dicta G H, in ſitu axis Aequatoris, qui ad ipſum rectus eſt, & per verticem D incedit. Tertiò quia D, in ſecunda figura eſt etiam in centro ſphæræ, vtpote vertex ſtyli D C; E verò, inuentum eſt centrum horologij; id eſt punctum in quo axis Aequatoris occurrit plano horologij; ſequitur neceſſariò ipſam D E, congruere cum eodem axe. Igitur axem horarum Aſtronomicarum indicem rectè, & in debito ſitu collocauimus, quod fuit &c.

Monitum.

OBiter hìc aduertant Tyrones axem modò deſcriptum, vſui eſſe poſſe ſolùm ad indicandas eas lineas, quæ ſunt ſectiones circulorum maximorum per polos Aequatoris incedentium: quales ſunt lineæ horarum Aſtronomicarum, ſtylum verò & ijs ipſis iam dictis lineis indicandis vtilem eſſe, & ad reliquas omnes indicandas neceſſariò requiri; neceſſariò, inquam, niſi loco ipſius inſigne aliquid in ipſomet axe collocetur, quod centrum ſphæræ referat.

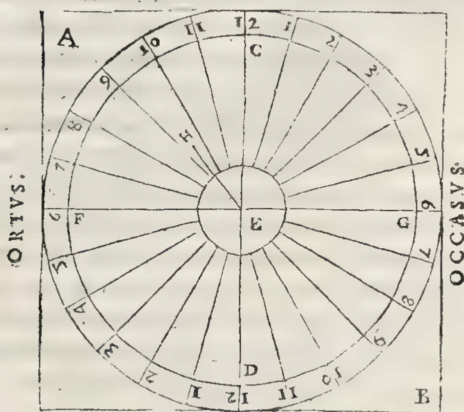
Propoſitio XXXI.

Dato ſtylo, & linea Meridiana, in plano, quod circulo Aequatori æquidiſtat, horas Aſtronomicas delineare.

SIt A B planum Æquatori æquidiſtans; quod quidem an reuera æquidiſtet Æquatori poteſt cognoſci *per antecedentes prop.* cognito ſcilicet an habeat aliquam declinationem, & ſimul quantam, & qualem habeat

incli-

inclinationem; si enim nullam habeat declinationem, & inclinationem habeat inclinationi Æquatoris æqualem, erit parallelum Æquatori; aliàs non: inclinatio verò Æquatoris semper est æqualis eleuationi poli, sumo



enim inclinationem pro distantia à Zenith, *vt in primo libro dictum est propofit. 9.* Itaque ducta *per 13 aut aliam huius*, in eo plano Meridiana linea C D; in aliquo eius puncto E statuatur circini pes immobilis, alteroque ad quoduis interuallum extenso versùs C, aut D, circa E centrum describatur circulus C F D G; quem primò in quatuor partes æquales diuidant rectæ F G, & C D concurrentes in centro E ad angulos rectos; singuli verò quadrantes C F, C G, D F, D G, in sex partes æquales diuidantur; & ita 24 partes in toto circuitu, pro totidem horis Astronomicis, distinctæ erunt; quas singuli singulis respondentes radij à centro E ducti indicabunt, numeris eo ordine, quem figura ostendit, ascriptis. Gnomon denique in centro E figatur vt E H, ad angulos rectos cum plano ipso A B, *per 2 huius.*

Præterea planum quidem A B supponitur esse immobile; sed tamen si quis in plano mobili prædictum horologium descripserit, debet postmodum in vsu ipsius, planum eius ita collocare, vt Æquatori æquidistet: quod quidem non erit difficile exequi beneficio instrumenti *prop.* 10 *primi huius* constructi pro inclinationibus, & declinationibus. Denique si quis Aequinoctiale gestatorium desideret, illi adhibeat Magneticam acum, qua in meridiem dirigatur; & quadrantem circuli adiungat, quo in debito inclinationis gradu statuatur,

Demonstratio.

QVia Gnomon E H perpendicularis est ad horologij planum A B; ad Æquatorem etiam, vtpote illi parallelum, perpendicularis erit, *per conuersam* 14 11 *elem.* atque adeo in eo situ congruet Gnomon

cum axe Æquatoris, cuius centrum in vertice H, eſſe intellegitur *per 11 primi huius*. Quia verò horas Aſtronomicas, ſiue à meridie, & à media nocte, diſtinguunt circuli maximi duodecim per axem Æquatoris incedentes, diuidenteſque eiuſdem circumferentiam in partes 24 inuicem æquales, erunt, eorum circulorum, & plani Æquatoris communes ſectiones lineæ *per 3 11 elem.* rectæ; & quidem à centro eius per quod axis tranſit, ad circumferentiam ductæ, eamque ſecantes in punctis, in quibus eam ijdem ſecant. Quia inſuper prædicti circuli; non ſolùm Aequatorem, ſed etiam illi parallelum horologij planum ſecant; erunt communes eorum ſectiones in plano ſcilicet Æquatoris, ac in plano horologij inuicem parallelæ, *per 16 11 elem.* atque adeo *per 10 eiuſdem*, æquales ad communem Aequatoris, & plani horologij axem, angulos comprehendent: & conſequenter ſicut Aequatorem, ita parallelum ei circulum CFDG, in partes 24 æquales diuident circuli illi duodecim, horarum à meridie, & media nocte diſtinctores. Igitur horologium Aequinoctiale Aſtronomicum rectè conſtructum eſt; quod fuit demonſtrandum.

Corollarium.

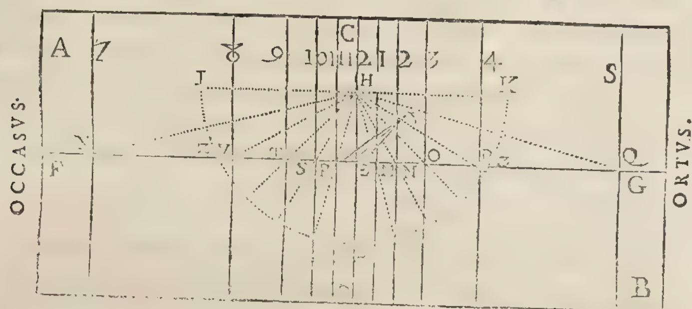
EX hac modò explicata horologij Aequinoctialis deſcriptione facta in plani facie ſuperiori; intelligitur qui fieri debeat, in eiuſdem, aut ſimilis plani facie prona, ſeu inferiori: ſiquidem horologium Aequinoctiale inferius, à ſuperiori non differt, ſiue quoad ſitum, ſiue quoad ordinem horarum, ſiue etiam (quod præcipuum eſt) quoad angulos, quos horariæ lineæ in eius centro efficiunt: cùm pariter vtrunque parallelum ſit Aequatori; atque adeo ſimili modo ſecetur à circulis horarijs ad vtrunque pariter rectis.

Propoſitio XXXII.

In plano quod circulo Polari, vt dicitur, ideſt per polum, ac per communes Aequatoris, & Horizontis ſectiones tranſeunti æquidiſtat, horas Aſtronomicas delineare.

QVilibet circulus maximus per Aequatoris polos incedẽs, nomine circuli Polaris, quantùm fert vis vocis, gaudere poſſet, niſi iam inualuiſſet vſus, quo apud Horographos ille ſolus, velut antonomaſticè, vocatur Polaris, qui per prædictos polos tranſiens ad Meridianum loci rectus eſt, & per communes Aequatoris, ac Horizontis ſectiones incedit, eſtque circulus horæ ſextæ à meridie, & à media nocte. Sit itaque eidem huic

huic circulo Polari planum æquidiſtans A B ; erit verò tale ſi nullam habeat declinationem ; & ad partem ſeptentrionalem, inclinationem habeat complemento altitudinis poli æqualem; ſic enim eiuſdem altitudini æqualem habebit eleuationem ſupra Horizontem : in hoc itaque plano, erecto *per 2 huius*, ad angulos rectos ſtylo E Y ; ductaque *per 13* linea Meridiana C E D, quæ in hoc horologio eſt non ſolùm Meridiana plani ipſius, ſed etiam Meridiana loci; denique deſignata *per 27* linea Aequinoctiali F E G; aperto circino ſumatur longitudo ſtyli E Y, & eidem æqualis E H abſcindatur in linea Meridiana ; ex puncto autem H tanquam centro deſcribatur ſemicirculus I L K, cuiuſlibet magnitudinis ; ducta per centrum H, diametro I H K parallela quidem ipſi Aequinoctiali F G, ad Meridianam verò C D orthogona.



Diuidatur poſtea ſemicirculus in partes duodecim æquales ; & per puncta earum diſtinctiua, ac per centrum H, ducantur rectæ occultæ ſecantes Aequinoctialem F G, in punctis M, N, O, P, Q. à parte orientis, & in punctis R, S, T, V, X à parte occaſus. Sufficeret quidem ſolum circuli quadrantem L K, verbi gratia, diuiſiſſe, vel etiam deſcripſiſſe ; ſed tunc ductis, vt priùs lineolis occultis ex ea ſolùm parte, interualla interſectionum Aequinoctialis E M, & E N, & E O, &c. transferenda eſſent ope circini ex eodem puncto E in aliam partem eiuſdem lineæ Aequinoctialis versùs F. Notatis denique punctis M, N, O, &c. itemque R, S, T, &c. ducantur per ea puncta lineæ horarum, à meridie, & à media nocte, inuicem, & Meridianæ C D æquidiſtantes : & numeri ſingulis aſcribantur eo ordine, quem figura oſtendit.

Demonſtratio.

COgita lineam I H K (diametrum videlicet Aequatoris) cum toto pariter eiuſdem ſemicirculo I L K ſuper immota Z Z moueri, donec parte Z K I Z, ſupra planum horologij extante, & reliquo arcu Z L Z ſubſidente, integrum ſemicirculi planum I L K ad angulos rectos ſit plano horologij ; & centrum H in puncto Y, id eſt in vertice ſtyli conſiſtat. Tunc

enim erit dictus ſemicir. in ſitu naturali Æquatoris, qui ad circulum horæ ſextæ à meridie, & à media nocte, rectus eſt: recta autem FG (quæ eſt ipſa ZZ producta) erit communis ſectio plani horologij, & Aequatoris: ipſa verò IHK in eo ſitu erit communis ſectio Horizontis, & circuli horæ ſextæ, atque etiam Aequatoris: lineolæ autem occultæ à centro Aequatoris H, ſiue Y in circumferentiam ad puncta diuiſionum ductæ plano horologij occurrent in punctis E, M, N, O, P, Q, ac R, S, T, V, X; ex quo intelliges per eadem puncta tranſire eos circulos maximos, qui horas à meridie, & à media nocte diſtingunt.

Quia verò hi ipſi circuli horarij, ſicut & horologij planum, ad angulos rectos ſunt plano Aequatoris, ſequitur *per* 19 11 *elem.* communes eorum ſectiones eſſe quoque eidem Aequatori ad angulos rectos, atque etiam ipſi FG, *per defin.* 3 *eiuſdem*; ſiquidem recta FG in Aequatore eſt, tanquam communis eius, & plani horologij ſectio. Quapropter rectæ per puncta M, N, O, P, &c. ductæ perpendiculares ad Aequinoctialem FG, erunt in plano Polari lineæ horariæ à meridie, & à media nocte. Igitur horas Aſtronomicas in plano Polari rectè delineauimus; quod fuit &c.

Corollarium.

EX præcedenti horologij Polaris deſcriptione facta in ſuperiori facie propoſiti plani AB, facilè intelligitur quomodo inſtitui debeat ſimilis in facie inferiori deſcriptio; ſiquidem lineæ horariæ inferioris, ſunt directè ſub lineis horarijs ſuperioris horologij; & numeri eodē modo in vtroque diſponendi ſunt, quantùm ad reſpectum, quem ad ortum, vel occaſum habent. Porro vmbra Gnomonis in horologio quidem inferiori eas tantum horas indicabit, quæ ſunt ante ſextam à media nocte, vel poſt ſextam à meridie; in ſuperiori verò reliquas omnes, vt iam dictum eſt *lib.* 1 *prop.* 6; ipſam verò ſextam tum matutinam, tum ſerotinam oſtendet ipſe radius Solis cùm horologij plano parallelus fuerit, ita quòd nec ſuperiorem eius faciem, nec inferiorem, ſed ſolum latus illuſtret; cùm enim Sol eſt in dicto circulo horæ ſextæ, cui planum horologij æquidiſtat, linea radiovmbroſa per ſtyli verticem incedens, horologij plano parallela, in ipſum cadere non poteſt. Quod verò attinet ad horarum indicem; poterit loco ſtyli EY, diſponi ſupra Meridianam CD, axis *per* 30 *huius.*

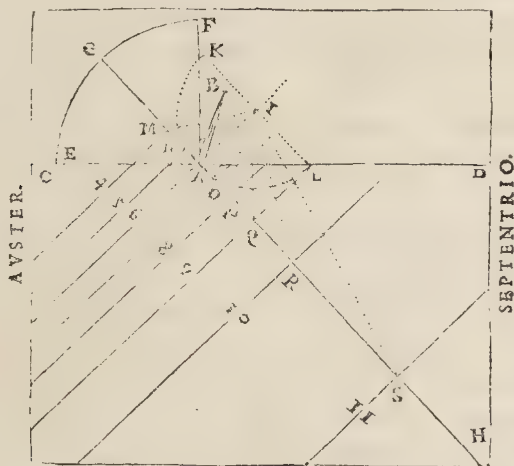
Quòd ſi fortè in plano mobili deſcriptum ſit hologium, ſiue inferius, ſiue ſuperius; poterit in debito ad vſum ſitu collocari, eodem modo, ſeruata proportione, quo dictum eſt *propoſitione præcedenti* collocari poſſe horologium Aequinoctiale.

Pro-

Propositio XXXIII.

In plano, quod circulo Meridiano æquidistat, horas Astronomicas delineare.

PRoponatur planum circulo Meridiano parallelum, spectans, verbi gratia, ortum; quod quidem tale erit, si ad Horizontem rectum sit, declinationem verò maximam, id est 90 graduum habeat tum à meridie,



tum à septentrione, & ab exoriente Sole illustretur. Descripturus itaque in eo plano horas Astronomicas, idest à meridie, atque à media nocte, defige *per 2 huius*, stylum vt A B ad angulos rectos: & *per 5* eiusdem duc per A locum styli, Horizontalem lineam C D: tum ex eodem loco styli A tanquam centro, ad quodlibet interuallum, describe circuli quadrantem E F, supra Horizontalem C D, ad partem quæ austrum respicit: diuiso autem eo quadrante in gradus 90, numera à puncto F versùs E, eleuationem poli supra Horizontem; vel è contrà, à puncto E versùs F eleuationem Aequatoris (quod in idem recidit) & per finem numerationis G, simulque per locum styli A extende lineam Aquinoctialem G A H, cui per idem punctum A, perpendicularem age lineam horæ sextæ à media nocte, videlicet I A 6, quæ in hoc plano est Meridiana eius propria, seu linea styli; mox aperto circino sume styli A B longitudinem, eidemque in dicta linea horæ 6, abscinde æqualem A I; & ex I tanquam centro describe semicirculum cuiuslibet magnitudinis L A K, ducta L I K diametro parallela ipsi Aequinoctiali G A H: hunc verò semicirculum diuide in partes 12 inuicem æquales, & per puncta singularum diuisionum produc à centro I occultas lineolas,

lineolas, donec Aequinoctialem G H secent in punctis S, R, Q, P, O, N, M; ac denique per hæc ipsa puncta, rectas duces inuicem & lineæ horæ 6 parallelas; quæ erunt communes sectiones plani horologij, & circulorum horariorum à media nocte; quibus & adijcies numeros vt in schemate factum vides. Cæterùm pro indice horarum poteris loco styli super linea horæ sextæ axem collocare *per 30 huius.*

Demonstratio.

QVia planum horologij parallelum est plano circuli Meridiani, parallelæ etiam inuicem erunt geminæ sectiones, quas in illis planis efficit Horizon; atque etiam aliæ geminæ, quas in ijsdem facit Aequator, *per 16 11 elem.* & consequenter *per 10 eiusdem*, angulus in plano horologij comprehensus inter sectiones communes illius cum Horizonte, & cum Æquatore, æqualis erit angulo comprehenso inter horum etiam sectiones, factas ab eisdem in plano Meridiani. Quare cùm in plano horologij supponatur communis eius, & Horizontis sectio C D; erit G A H communis eiusdem, & Aequatoris sectio, quia angulus E A G factus est æqualis angulo eleuationis Aequatoris supra Horizontem. Nunc verò si cogitetur eleuari semicirculus L A K simul cum triangulo M I S, super immota basi M S; donec ad angulos rectos plano horologij insistat, & centrum eius I cum styli vertice B coniungatur; erit tunc dictus semicirculus in situ naturali Æquatoris, eiusque diameter K L erit communis sectio Aequatoris, & circuli Meridiani; quæ cùm sit plano horologij parallela, cum eodem concurrere non potest: quæ ratio est, cur in hoc genere horologij Meridiana linea haberi non possit. Præterea tam B vertex styli, quàm I centrum semicirculi, in eo eius situ, est centrum Aequatoris, seu ipsius Sphæræ; & consequenter lineolæ occultæ ab eo centro per puncta diuisionum prodeuntes, sunt communes Aequatoris, & circulorum horariorum à media nocte sectiones: & in quibus punctis lineolæ illæ, plano horologij occurrunt, in ijsdem eidem occurrunt dicti circuli horarij: & quia ad eos recta sunt plana horologij, & Aequatoris, sequitur communes eorundem cum plano horologij sectiones, non tantùm ad Aequatorem rectas esse *per 19 11 elem.* sed etiam ad ipsam G H (quæ est communis ipsius Aequatoris, & plani horologij sectio) *per 3 definit. eiusdem 11* ac propterea rectæ per puncta O, P, Q, R, &c. ductæ perpendiculares ad G H, seu, quod idem est, æquidistantes ipsi lineæ horæ 6, sunt in plano, quod circulo Meridiano parallelum est, communes eiusdem, & circulorum horariorum à media nocte sectiones. Atque ita in plano quod circulo Meridiano æquidistat, horas Astronomicas rectè descripsimus; quod fuit demonstrandum:

Co-

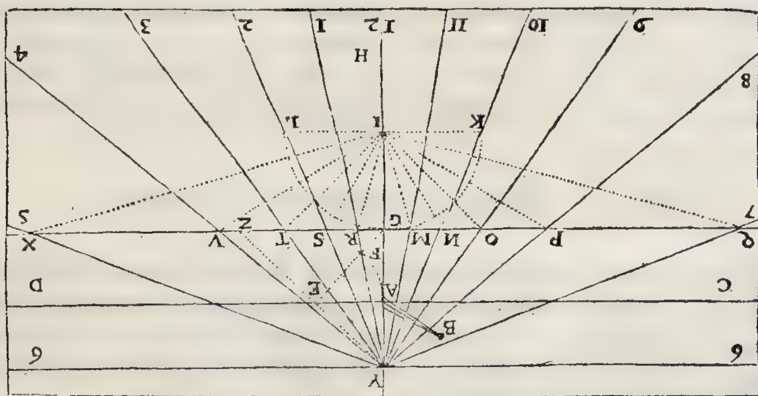
Corollarium.

DEscripto hoc horologio Meridiano orientali, ijſdem præceptis (cùm opus fuerit) deſcribes occidentale; non enim eſt inter ea diſcrimen aliud; quàm ordinis, & numeri horarum. Hoc tantùm obſerua, vt ſicut in orientali, ita in occidentali eleuetur à parte auſtri ſupra Horizontalem C D, linea Aequinoctialis G A H; à parte autem ſeptentrionis ſub eadem Horizontali deprimatur. Quoad ordinem verò horarum; quæ in orientali horologio 11 eſt poſt mediam noctem, erit in occidentali, poſt meridiem; & quæ eſt 10 erit 2 & ita de alijs.

Propoſitio XXXIV.

In plano, quod circulo Verticali primario æquidiſtat, horas Aſtronomicas delineare.

PRoponitur planum in meridiem directè obuerſum, ad Horizontem quidem perpendiculare, parallelum autem circulo Verticali primario, qui ad Meridianum rectus eſt. Tres verò modos hìc ego proferam



deſcriptionis propoſiti horologij in eo plano; & primus quidem via geometrica perficitur, ac ſic ſe habet. Dato loco ſtyli A, & eiuſdem poſita longitudine A B, ducatur per A Horizontalis C A D *per 5 huius*; ſimiliterque *per 13* Meridiana Y A H ſecans C D in A; deinde in Horizontali abſcindatur A E æqualis ſtylo A B, ac ducto ex E centro ad quodlibet interuallum arcu circuli A F, numeretur ab A versùs F complementum eleuationis poli; vel, quod idem eſt, eleuatio Æquatoris ſupra Horizontem, & per finem numerationis, vt F, producatur recta E F G, que erit radius Æquatoris

toris ſecans Meridianam in G; ac per G ducatur ad Meridianam perpendicularis Q G X Æquinoctialis; in eadem verò Meridiana abſcindatur G I æqualis ipſi radio G E; atque ex I tanquam centro deſcribatur ad quodlibet interuallum ſemicirculus K G L, cuius diameter K L fiat ipſi Horizontali C A D, vt & Æquinoctiali Q G X æquidiſtās; deinde diuidatur ſemicirculus in 12 partes inuicem æquales, ac per ſingula diuiſionum puncta occultæ à centro I lineolæ educantur ſecantes Æquinoctialem in punctis M, N, O, P, Q, ex vna parte; & in punctis R, S, T, V, X, ex altera; ſufficeret verò alter, è duobus, circuli quadrans, verbi gratia, G L; cuius ope ductis, vt priùs, lineolis inuenientur prædicta puncta in ea parte lineæ Æquinoctialis; ſed tunc deberent ſeruatis ex altera parte æqualibus interuallis notari à G versùs Q ſimilia puncta, vt ita haberentur in linea Æquinoctiali puncta omnia horarum; omnia, inquam, quæ in illam cadere poſſunt.

Sed tamen præter hæc puncta, in quibus lineæ horariæ Æquinoctialem ſecant, adhuc ſupereſt inquirendum aliud punctum commune, per quod etiam omnes illæ horariæ tranſeunt; quod idcirco centrum horologij dicitur, & polum Arcticum refert. Illud verò *ex dictis prop.* 22 hoc modo inuenietur: per punctum E ad ipſam E G perpendicularis ducatur Z E Y ſecans Meridianam in Y. Eritque Y punctum illud optatum, per quod, & per ſingula in linea Æquinoctiali iam priùs notata puncta deſcribendæ ſunt rectæ omnes Y M, Y N, &c. lineæ horariæ, quibus aſcribendi ſunt numeri, vt figura oſtendit. per idem autem punctum Y ducetur ad Meridianam Y H perpendicularis linea horæ ſextæ, tum à meridie, tum à media nocte; cui idcirco aſcripti ſunt hincinde numeri *6. 6.* Si loco ſtyli AB velit aliquis pro indice horarum, axem adhibere, is *per prop.* 30 *huius*, erigat ſuper linea G Y, & centro Y coaptet, triangulum ſimile triangulo G Y Z.

Aliter, per tabulam arcuum circuli Verticalis.

IDem horologium maxima facilitate deſcribetur adminiculo tabulæ indicantis arcus circuli Verticalis comprehenſos inter communem eius, & Meridiani ſectionem, ac ſingulos circulos horarios à meridie, & à media nocte. Vt verò ipſe deſcriptionis modus explicetur, ponenda in primis ob oculos eſt huiuſmodi tabula.

Tabula

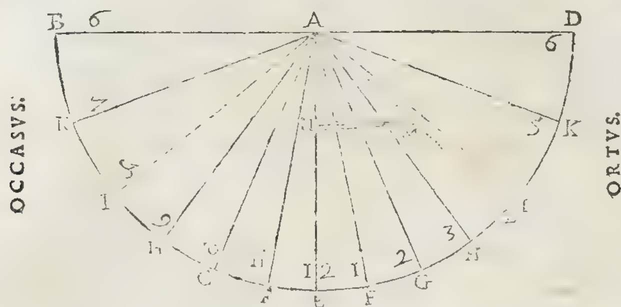
Tabula arcuum circuli Verticalis primarij comprehenſorum inter communem eius, & Meridiani ſectionem, ac ſingulos circulos horarios à meridie, & à media nocte, pro varijs poli eleuationibus ſupputata.

Horæ à med. nocte.	—	1	2	3	4	5	6
Horæ à meridie.	—	11	10	9	8	7	6
	G.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.
ELEVATIONES POLI.	35	12 22	25 18	39 19	54 49	71 54	90 0
	36	12 13	25 2	38 58	54 29	71 41	90 0
	37	12 5	24 43	38 37	54 8	71 28	90 0
	38	11 55	24 27	38 15	53 40	71 13	90 0
	39	11 45	24 9	37 52	53 24	70 59	90 0
	40	11 35	23 52	37 28	53 0	70 43	90 0
	41	11 25	23 33	37 3	52 35	70 28	90 0
	42	11 17	23 13	36 37	52 9	70 11	90 0
	43	11 5	22 53	36 11	51 42	69 53	90 0
	44	10 54	22 33	35 44	51 15	69 35	90 0
	45	10 43	22 12	35 17	50 46	69 15	90 0
	46	10 32	21 51	34 47	50 16	68 54	90 0
	47	10 22	21 29	34 18	49 44	68 33	90 0
	48	10 10	21 7	33 46	49 12	68 11	90 0
	49	9 57	20 44	33 16	48 39	67 47	90 0
	50	9 45	20 21	32 44	48 4	67 21	90 0
	51	9 33	19 58	32 11	47 28	66 55	90 0
	52	9 22	19 34	31 37	46 50	66 29	90 0
	53	9 10	19 9	31 2	46 11	66 0	90 0
	54	8 57	18 46	30 26	45 30	65 29	90 0
	55	8 43	18 18	29 49	44 49	64 58	90 0

NVnc ad horologij deſcriptionem veniamus. In plano Verticali in meridiem directè obuerſo, & minimè declinante, ſumpto *per* 23 *huius* puncto A tanquam centro horologij, deſcribatur ex eodem ſemicirculus B E D; & ex A deorſum ad Horizontem perpendicularis ducatur linea Meridiana A E: deinde ducta recta B A D Horizonti parallela *per* 4 *huius*, quadrans vterque E B, & E D in gradus 90 more ſolito diuidatur; tum cognita loci latitudine, ſiue poli ſupra Horizontem eleuatione ad locum

ad

ad quem construendum est horologium; quæratur in latere sinistro tabu-



læ numerus eiusdem eleuationis, eoque inuento è regione illius in singulis per ordinem ad dexteram areolis, sub numeris horarum, qui in fonte tabellæ scripti sunt, inuenientur numeri pro singulis arcubus ad singulas horas numerandi a puncto E versùs B pro horis ante meridiem, & ab eodem E versùs D pro horis post meridiem. Sit hoc exemplum.

Proponitur horologium Verticale describendum pro loco, in quo est eleuatio poli graduum 42. delineato, ac diuiso, vt iam dictum est, semicirculo B E D, ductaque Meridiana A E, quære in latere, vt dictum est, tabulæ inter areolas eleuationum polarium, numerum graduum 42; & è regione sub numero horæ 1 post meridiem, ac etiam 11 ante Meridiem, inuenies gradus 11 cum minutis 17: igitur in semicirculo B E D totidem gradus, & totidem minuta numerabis hincinde ab E versùs B, & versùs D, ac per vtriusque numerationis finem, vt F & F, ac per centrum A duces in quadrante occidentali E B rectam A F pro hora 11 ante meridiem, & alteram similiter rectã A F in quadrante orientali E D pro hora 1 post merid. Eodem modo è regione eleuationis polaris grad. 42, in eadem serie sub horis 2 post meridiem, & 10 ante merid. reperies gradus 23 minuta 13; & totidem gradus ac minuta numerabis ab E in G in vtroque quadrante; ac per A, & G ex vna parte duces lineam A G pro hora 2; & per A, & G ex altera duces lineam A G pro hora 10: & sic de alijs vsque ad sextam tum post, tum ante merid. quæ in huiusmodi horologijs est semper parallela Horizonti, transitque per horologij centrum A.

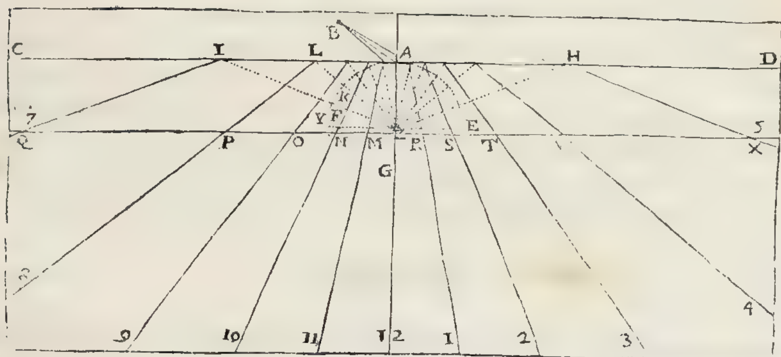
Superest indicem horarum horologio constructo aptare, quod quidem ita fiet: in alterutro è duobus quadrantibus, verbi gratia, orientali numerentur *ex dictis prop.* 23, à D versùs E gradus eleuationis Poli videlicet gradus 42 & per finem numerationis, vt L è centro A ducatur recta A L, linea axis; electo autem ad libitum in Meridiana A E puncto N, ducatur ex N ad eandem Meridianam perpendicularis, seu ipsi A D æquidistans N M secans rectam A L in M; eritque N M longitudo styli, eius verò locus erit N; quare stylus longus, vt N M, figatur in N ad angulos rectos cum plano horologij *per 2 huius*; eiusque ita fixi vmbra horas demonstrabit. Poterit

etiam

etiam pro indice horarum *per 30* aptari triangulum vt N A M, ſuper baſi N A, inſiſtens plano ad angulos rectos: poterit & ſola virga ferrea, vt A M L, ita tamen vt fixa in A, & ſupra planum horologij eleuata, in plano circuli Meridiani conſiſtat, & cum linea A E, hoc eſt communi horologij, & eiuſdem Meridiani ſectione, angulum complementi eleuationis poli, qualis eſt Angulus E A L, efficiat.

Aliter quando non poteſt haberi centrum horologij.

NOnnunquam accidit, vt propter loci anguſtias non poſſint deſignari ſupra ſtylum, & ſupra lineam Horizontalem illæ lineæ occultæ, quæ ad inueniendum horologij centrum neceſſariæ ſunt; vt igitur deli-



neari nihilominus poſſit (ſi neceſſitas occurrerit) propoſitum horologium abſque centro; tertiam hanc delineationis eius rationem tradendam exiſtimaui; ea verò ex antedictis, quodammodo mixta eſt, partimque lineis more geometrico ductis, & partim indicio tabulæ perficitur, tabulæ inquam, non eius quam *hac eadem propoſitione* tradidi, ſed alterius mox *ſequenti propoſitione* tradendæ, quæ arcus Horizontis inter quoſlibet circulos horarios a meridie, & a media nocte, & lineam Meridianam compreheñſos oſtendit. Sit itaque, vt ſupra in primo modo, linea Horizontalis D A C ducta per A locum ſtyli; ſint etiam Meridiana A G, & Æquinoctialis Q X, vt ibidem, deſignatæ: & ſint in ipſa Æquinoctiali, inuenta iam puncta M, N, O, &c. ex vna parte, & R, S, T, &c. ex altera. Superſunt inuenienda alia ſimilia puncta in linea Horizontali C A D, per quæ, & per iam dicta Æquinoctialis puncta, deſignari poſſint lineæ horariæ; ſic verò inuenientur certiſſimè, & facillimè.

In Meridiana A G abſcindatur A Z æqualis ſtylo A B; tum ex Z tanquam centro deſcribatur ſemicirculus Y A E (ſufficeret ſolus quadrans Y A) & diuidatur more ſolito in ſuos gradus: poſtea in tabula arcuum Horizontalium (quæ vt dixi habetur *propoſ. ſequenti*) quæratur numerus

T con-

conueniens eleuationi polari, ad quam construitur horologium, verbi gratia, vt suprà numerus 42; & statim è regione in eadem serie sub singulis numeris horarum in fronte tabulæ contentis, apparebunt numeri graduum, & minutorum pro arcubus comprehensis inter easdem singulas horas, & lineam Meridianam in circulo Horizontis, atque adeo in semicirculo Y A E, qui eiusdem semicirculum repræsentat. Exempli causa, quia pro hora 7 à media nocte assignantur gradus 68 minut. 11, & pro octaua gradus 49 minut. 12; & sic de alijs; ideo à puncto A versùs Y numerandi sunt sigillatim gradus illi cum ascriptis minutis, & facto in fine cuiusque numerationis signo, vt F, K, &c; per eadem signa, ex centro Z extendantur rectæ occultæ lineolæ secantes Horizontalem D C in I, L, &c. ac denique per I, & Q ducenda est linea horæ 7 à media nocte; linea autem horæ octauæ per L & P; & ita de alijs, non tantum ad partem C, sed etiam ad partem D: spatia enim horarum ab A versùs D æqualia sunt singula singulis spatijs horarum æqualiter à Meridiana A G distantium, ab eodem A versùs C: propptereaque paulò ante dixi sufficere quadrantem A Y, quia postquam in Horizontalis parte A C, distincta fuerint horarum interualla, possunt eadem beneficio circini transferri singula ab A, versùs D, vt I in H, &c. ita vt interuallum A H pro hora 5, post meridiem, æquale sit interuallo A I pro septima post mediam noctem; & sic de alijs.

Monitum.

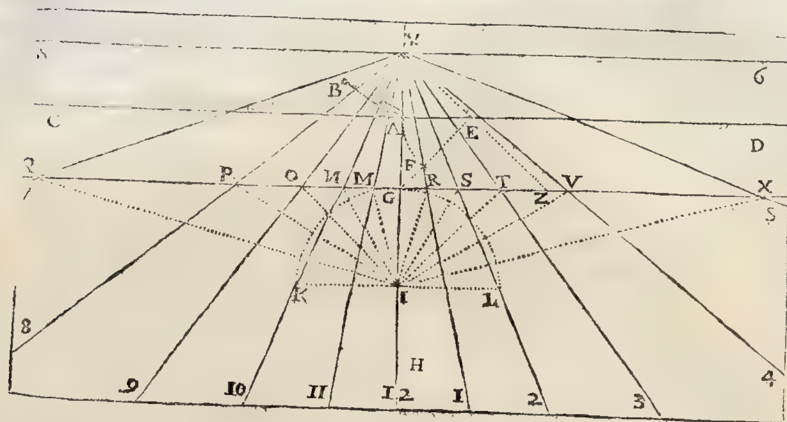
Licet quam plurimi alij circumferantur modi, quibus huius generis horariæ lineæ designari possunt, tamen mihi præ cæteris placuit primus ille adductus geometricus, velut ad naturam proiectionis Sphæræ optimè accommodatus secundùm Theoriam explicatam *prop. 21 primi huius*; Alij autem duo modi, quos adieci, sunt quidem etiam ipsi in suo genere geometrici, & cum eadem Theoria pariter concordes, licet in eam non ita immediatè resoluantur sicut primus: ratio verò quare hos duos præ cæteris huc contulerim; est quia eius generis tabularum vsus facillimus est, & instrumentis horographicis, quæ postea conficiam, maximè conuenit, vnde & eum ipso initio explicare cœpi, vt similibus operationibus deinceps tradendis paulatim Tyro Lector assuescat.

Demonstratio primæ descriptionis.

Intelligatur triangulum G Y E super immota basi G Y eleuari, donec vertice E, styli verticem B tangente, horologij plano ad angulos rectos insistat; eritque E siue B centrum Sphæræ. Et quia C A D *per 5 huius*, est communis sectio plani horologij, & Horizontis; recta verò Y H *per 23*, est communis sectio plani horologij, & circuli Meridiani, erit A E (quæ nunc est ipsa A B) cõmunis sectio Horizontis, & Meridiani. Et quia per constru-

ctionem

ctionem angulus A E G est sub Horizonte angulus, quem cum eodem facit Æquator; erit E G communis sectio Æquatoris, & Meridiani. Et quia



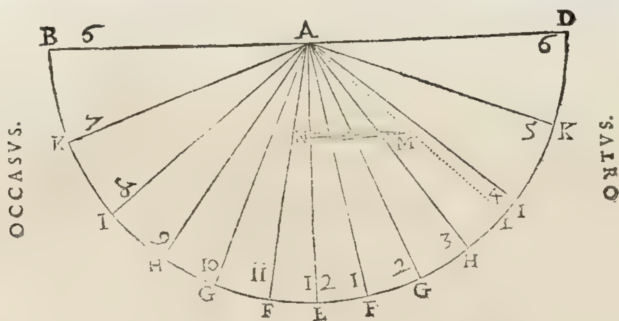
Y E facta est ad E G perpendicularis, erit eadem Y E communis sectio Meridiani, & circuli horæ sextæ à meridie & à media nocte, seu (quod idem est) erit axis Æquatoris; & punctum Y polum Arcticum repræsentabit, eritque centrum Horologij. Angulus verò A E Y erit angulus eleuationis poli, cùm sit complementum anguli A E G, qui est æqualis angulo eleuationis Æquatoris supra Horizontem. Nunc verò si semicirculus K G L eleuetur, ita vt eius quidem semidiameter G I, rectæ G E antea simul cum prædicto triangulo G Y E, erectæ copuletur; diameter verò K I L rectos cum Y E angulos efficiat; erit dictus semicirculus in situ naturali Æquat. cuius etiam communis cum plano horol. sectio, erit recta Q X: rectæ verò è centro I (quod est E, & B) prodeuntes, erunt communes eiusdem Æquatoris, & circulorum Horariorum à meridie, & à media nocte sectiones, quæ plano horologij occurrent in punctis M, N, O, P, Q & R, S, T, V, X. Et quia prædicti horarij circuli, vtpote ad Æquatorem recti, per eius vtrunque polum, necnon per axem transeunt, transibunt etiam per Y punctum in quo dictus axis plano horologij occurrit, quodque polum Arcticum refert. Igitur rectæ ex Y per singula puncta Q, P, O, N, M, &c. ductæ, erunt communes plani horologij, prædictorumque horariorum sectiones: & consequenter eędem erunt veræ lineæ horarum Astronomicarum. Igitur in plano Verticali australi horas Astronomicas rectè delineauimus; quod fuit demonstrandum.

Demonstratio secundæ descriptionis.

IN primis supponenda est veritas tabulæ, de cuius compositione non est mihi nunc voluntas, sicut neque necessitas agendi; qui tamen curiosior leges condendæ tabulæ desiderauerit; eas apud alios inueniet præser-

 tim

tim apud Clauium *l.* 5 Gnom. *prop.* 4. Suppoſito itaque legitimo calculo tabulæ, ſi planum B D E eſſet ipſummet planum circuli Verticalis, qui ad Meridianum loci rectus eſt, conſtat certiſſimè lineas à centro A (quod tunc foret centrum Sphæræ) ad circumferentiæ puncta E, F, G, H, &c.



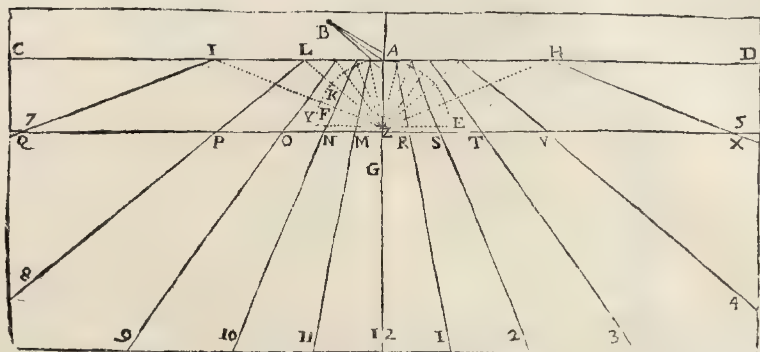
hincinde ductas, fore reuera ſectiones eiuſdem Verticalis, & circulorum horariorum à meridie, & à media nocte. Siquidem primò per A vtpute centrum Sphæræ incedunt prædicti circuli, cùm ſint omnes in Sphæra maximi: deinde verò ſinguli arcus E F, E G, E H &c. diſtincti ſunt ſecundùm interualla, quibus dicti circuli à Meridiano (cuius ſectio eſt A E) diſtant in plano prædicti circuli Verticalis.

Sed quia dictum planum B D E non ſumitur hìc pro plano circuli Verticalis, ſed pro plano horologij illi æquidiſtantis, idcirco nunc demonſtrandum eſt in vtroque plano tum ſcilicet circuli Verticalis, tum horologij illi æquidiſtantis, ſimiles omnino eſſe ſectiones, & æquales ab eis angulos comprehendi. Intelligatur itaque triangulum A N M, ſuper immota baſi A N ita attolli, vt ad angulos rectos plano horologij B D E inſiſtat; erit N M ſtylus, & A M linea axis; M verò centrum Sphæræ, & A centrum horologij. Quoniam igitur M, nimirum vertex ſtyli, eſt centrũ Sphæræ *per* 11 *primi huius*; erit & centrum circuli Verticalis, qui propterea ita concipiendus eſt, vt centrum habens in M æquidiſtet plano dicti horologij à tergo eius, id eſt, ad ſeptentrionẽ poſiti: quòd cùm ita ſit, erunt *per* 16 11 *elem.* circulorum horariorum ſectiones in plano circuli Verticalis ex vna parte, & in plano horologij ex altera, inuicem parallelæ; & conſequenter *per* 10 *eiuſdem* æquales (ad eaſdem axis partes A, & M) angulos continebunt: cùm igitur in plano horologij ducta fuerit recta A E tanquam communis eius, & Meridiani ſectio, reliquæ lineæ optimè deſignatæ ſunt obſeruatione angulorum, quos præſcripti in tabula arcus, ſiue arcuum numeri determinant. Igitur horologium Aſtronomicum Verticale auſtrale, hoc etiam ſecundo modo, rectè deſcripſimus; quod fuit demonſtrandum.

De-

Demonſtratio tertiæ deſcriptionis.

SVppoſita veritate tabulæ, vt priùs; triangulum I H Z, ſimul cum ſemicirculo Y A E, erigatur ſuper immota baſi I H, donec ad angulos rectos cum plano horologij conſtituatur; & centrum Z, ſtyli verticem B



contingat; erit tunc ſemicirculus Y A E in vero ſitu Horizontis; recta autem C D erit communis ſectio Horizontis, & plani horologij: cum igitur obſeruata fuerint legitima, in tabula, præſcripta interualla arcuum, A F, A K, aliaque deinceps; erunt rectæ Z F, Z K, aliæque ſimiles, communes Horizontis & circulorum horariorum à meridie, & à media nocte ſectiones; quæ ſi productæ fuerint donec plano horologij occurrant, indicabunt in linea Horizontali C D, puncta I, L, H, & alia intermedia, per quæ eorundem circulorum horariorum, & plani horologij ſectiones communes incedunt: quapropter cùm iam demonſtratum ſit eaſdem ſectiones incedere etiam per puncta Q, P, O, N, &c. ſi nunc rectæ per bina quæque ſibi inuicem, tum in Horizontali C D, tum in Æquinoctiali Q X, reſpondentia puncta, ducantur, vt I Q, L P, &c. erunt illæ veræ lineæ horariæ à meridie, & à media nocte. Igitur in plano Verticali horas Aſtronomicas rectè etiam hoc tertio modo delineauimus; quod fuit demonſtrandum.

Corollarium.

IIſdem modis quibus deſcriptum eſt horologium Verticale auſtrale, deſcribetur & boreale: non enim inter ſe differunt, niſi quòd *per 29 huius;* auſtrale polum Antarcticum reſpicit, boreale verò Arcticum, vnde auſtralis horologij ſtylus ſub centro, & ſub linea horæ ſextæ eſt; borealis verò eſt ſupra centrum, & ſupra eandem lineam horæ ſextæ: atque adeo boreale eſt ipſummet auſtrale, ſed inuerſum: imò ſi huius lineæ omnes ſupra centrum extenderentur, vna & eadem opera duplex eſſet delineatum ho-

rologium Verticale, australe videlicet, & boreale; cum hoc tamen discrimine, quòd sicut situs horologij, ita & numerorum horariorum ordo inuertendus est. Sed vt hoc ipsum meliùs intelligatur; sit vt in secunda huius propositionis figura, sectio communis Meridiani, & plani horologij

recta A E; & linea horæ sextæ B A D; centrumque horologij A; linea verò axis A L; & stylus N M; sint etiam vt in prædicta figura, duæ hincinde sub ipsa B A D, lineæ horariæ A K, & A I; sufficient autem hæ duæ, saltem in his regionibus. Si itaque recta E A producatur in F, erit A F, linea mediæ noctis, & similiter si rectæ K A, & I A ex vtraque parte producantur in Q, P, R, S; erunt A Q, & A P, &c. supra rectam B A D, lineæ horariæ à media nocte ante sextam, & à meridie post sextam, sicut A K, & A I sunt sub eadem B A D lineæ horariæ à media nocte post sextam, & à meridie ante sextam.

Pro indice liberum est in hoc horologio, sicut & in australi, stylo vti, vel axe. Quòd si axem quis maluerit, producat lineam axis L A versùs O; & erit O A F angulus, quem cum linea mediæ noctis A F faciet dictus axis *per 30 huius* figendus in A; & ex A directè versùs polum Arcticum eleuandus. Si verò magis placuerit Gnomon, hic erigatur *per 2 huius* ad angulos rectos cum plano horologij, fixus nimirum in aliquo lineæ mediæ noctis puncto vt G, & vertice attingens axem, vt in puncto H, quemadmodum fiebat in horologio australi cùm de styli N M, loco N, & longitudine N M ageretur. Denique numeri horarij scribantur eo ordine, quem figura indicat.

Demonstratio.

EOdem modo demonstratur hæc descriptio, quo demonstrata est secunda horologij australis. Nam in primis si lineæ A K, & A I vtrinque, simul cum ipsa B A D, intelligantur esse in plano ipsius circuli Verticalis;

calis ; certum eſt eas non alio modo eſſe deſignandas, nec diuerſos ab eis contineri angulos in anteriori circuli eius facie quæ auſtrum reſpicit, & in facie poſtica quæ ad ſeptentrionem eſt. Si enim concipiatur planum eius circuli, quaſi ſuperficies ſola indiuiſibilis, & nullam in profundum habens dimenſionem, non eſt difficile intelligere eaſdem omnino eſſe in eius plani facie, ſeu antica ſeu poſtica, ſectiones circulorum horariorum. Deinde quia rectæ A R, & A S, necnon A P, & A Q, ſunt ipſæmet rectæ A K, & A I productæ per A, id eſt per commune omnium circulorum horariorum, & circuli Verticalis punctum, quod eſt in Æquatoris axe L A O; ſequitur dictas A R, & A S, &c. eſſe ſupra rectam A B D ſectiones eorundem circulorum horariorum, quorum etiam ſectiones ſunt prædictæ rectæ A K, & A I ſub eadem recta A B D. Sed quia (quemadmodum in ea ſecunda demonſtratione dictum eſt) lineæ ipſę horariæ I A R, K A S &c. non ſumuntur hìc vt ſectiones circuli Verticalis, ſed vt ſectiones plani horologij eidem Verticali æquidiſtantis, & quidem velut collocati inter ipſum Verticalem, & plagam auſtralem, ita vt centrum Sphæræ iam concipiatur in H, id eſt in vertice ſtyli G H, ſicut pro horologio auſtrali concipiebatur eſſe in M, videlicet in ſtyli N M; ideo demonſtrandum ſupereſſet, ſimiles omnino eſſe ſectiones, & æquales earum angulos in plano horologij, & in plano circuli Verticalis, niſi hoc iam demonſtratum eſſet ad ſecundam deſcriptionem horologij auſtralis; quod propterea hìc repetendum non videtur, cùm inde facilè peti poſſit.

Præterea quemadmodum huic eidem boreali horologio accommodari poſſunt reliquæ duæ auſtralis horologij deſcriptiones, ita & deſcriptionibus propriæ iam traditæ demonſtrationes.

Propoſitio XXXV.

In plano, quod Horizonti æquidiſtat, horas Aſtronomicas delineare.

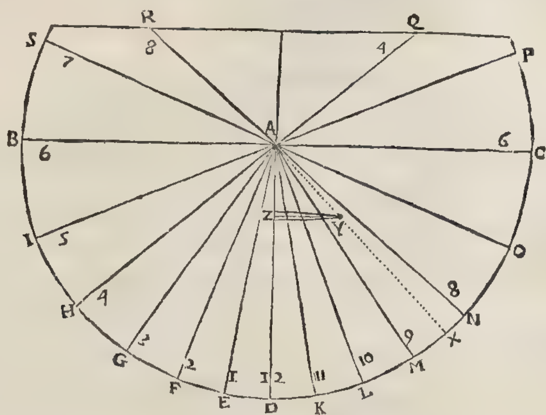
PRoponitur planum Horizonti æquidiſtans, ac in eo deſcribendum horologium Aſtronomicum. Si itaque id planum ſit iam firmum, & immobile, deſignetur *per 13 huius*, linea Meridiana D C (vel, ſi planum fuerit mobile, deſignetur eadem linea ad placitum, conuenienti tamen in parte ipſius plani) deinde in eadem linea ad partes eius meridionales ſumatur *per 21 huius* aliquot punctum C pro centro horologii, ac per illud ducatur ad D C perpendicularis E C F, quę erit linea horę ſextę à meridie, & à media nocte : tum ex puncto C, tanquam centro deſcribatur circuli quadrans G H, eoque in gradus 90, more ſolito, diſtributo, ac numerata poli eleuatione, à puncto G (quo ſcilicet dictus quadrans Meridianam

ſecat)

ſecat) versùs H, per finem numerationis vt I, deſignetur recta C I; quæ erit linea axis, in qua ſumpto ad libitum puncto B, recta ducatur B C, perpendicularis quidem ad ipſam C I, ſecans verò Meridianam in G, & per G ducatur L G M ipſi E C F æquidiſtans linea Æquinoctialis; aperto autem circino ſecundùm interuallum G B, abſcindatur in Meridiana, eidem interuallo æqualis G N; & ex N tanquam centro deſcribatur ad quodlibet interuallum ſemicirculus vt O G P in duodecim partes æquales diuidendus, cuius diameter O N P æquidiſtet ipſi L G M: facta autem diuiſione, per ſingula eius puncta, occultæ rectæ à centro N extendãtur donec Æquinoctialem L G M hincinde ſecent in punctis Q, R, S, T, V; per ſingula verò huiuſmodi puncta in linea Æquinoctiali hoc modo inuenta, rectæ à centro horologij C, hincinde ducantur C V, C T, C S, &c. hæ namque erunt lineæ horariæ, quibus adſcribendi ſunt numeri, ordine quem figura commonſtrat. Denique in hoc horologio vmbram ad horas indicandas dabit linea ferrea referens axem Æquatoris, fixa quidem in centro C, inclinata verò ad Meridianam C D ſecundùm eleuationis poli angu- G C I, in plano circuli Meridiani collocata *per* 30 *huius*; vel ad angulos rectos in puncto A, ſtylus *per* 2 erectus, cuius longitudinem determinabit recta A B, ab axis C I, puncto B ducta perpendiculariter ad dictam Meridianam, eamque ſecans in A.

Aliter beneficio tabulæ arcuum Horizontalium.

DVctis duabus rectis B C, & A D, ſeſe inuicem ad angulos rectos in A diſpeſcentibus; ex A tanquam centro ducatur ad quodlibet inter-



uallum ſemicirculus B D C, in 180 æquales partes, more ſolito diuidendus (ſufficeret tamen diuiſiſſe alterutrum circuli quadrantem D C, vel D B) facto initio à puncto D; in vtramque partem, vt ſit recta A D in horologio linea Meridiana; B C autem linea horæ ſextæ, tum à meridie, tum à media nocte. Deinde pro reliquis horis conſulenda eſt ſubiecta tabula, ea enim indicabit, quot ad datam poli eleuationem, gradus in ſemicirculo B D C, (qui borealem Horizontis ſemicirculum refert) ſingulis horiſtum ante, tum poſt meridiem debeantur; & hi gradus numerandi ſunt à puncto D in vtramque partem, tum versùs ortum B, tum versùs occaſum C. Sit igitur hæc tabella, cuius vſum practice ſtatim explicabo, in exemplo.



Tabula

Tabula arcuum Horizontis comprehensorum inter lineam Meridianam, & singulos circulos horarios à meridie, & à media nocte, pro varijs poli eleuationibus à gradu 35 ad 55 supputata.

Horæ à meridie.		1	2	3	4	5	6
Horæ à med. nocte.		11	10	9	8	7	6
ELEVATIONES POLI.	G.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.
	35	8 43	18 18	29 49	44 49	64 58	90 0
	36	8 57	18 46	30 26	45 30	65 29	90 0
	37	9 10	19 9	31 2	46 11	66 0	90 0
	38	9 22	19 34	31 37	46 50	66 29	90 0
	39	9 33	19 58	32 11	47 28	66 55	90 0
	40	9 45	20 21	32 44	48 4	67 21	90 0
	41	9 57	20 44	33 16	48 39	67 47	90 0
	42	10 10	21 7	33 46	49 12	68 11	90 0
	43	10 22	21 29	34 18	49 44	68 33	90 0
	44	10 32	21 51	34 47	50 16	68 54	90 0
	45	10 43	22 12	35 17	50 46	69 15	90 0
	46	10 54	22 33	35 44	51 15	69 35	90 0
	47	11 5	22 53	36 11	51 42	69 53	90 0
	48	11 17	23 13	36 37	52 9	70 11	90 0
	49	11 25	23 33	37 3	52 35	70 28	90 0
	50	11 35	23 52	37 28	53 0	70 43	90 0
	51	11 45	24 9	37 52	53 24	70 59	90 0
	52	11 55	24 27	38 15	53 46	71 13	90 0
	53	12 5	24 43	38 37	54 8	71 28	90 0
	54	12 13	25 2	38 58	54 29	71 41	90 0
	55	12 22	25 18	39 19	54 49	71 54	90 0

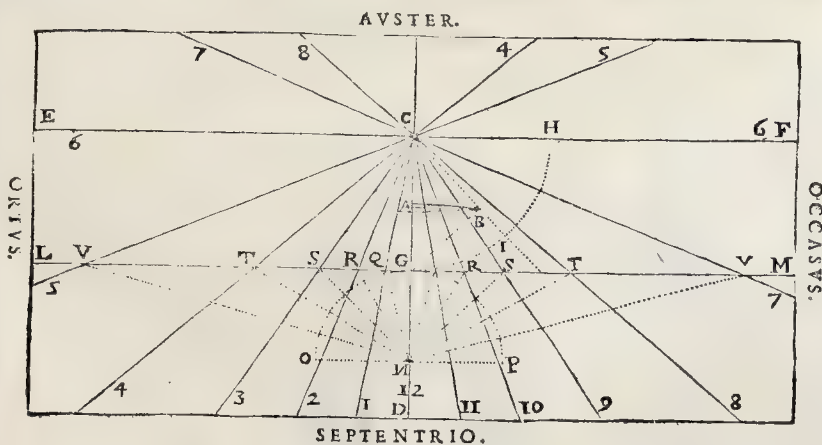
IN ſerie eleuationum polarium, quære numerum eleuationis ad quam proponis delineare horologium, exempli cauſa 42; & ad eius numeri latus, vno ordine ſenis areolis diſtincto, ſub ſingulis horis, quæ in fronte tabulæ deſcriptæ ſunt, inuenies numeros eis debitos tum graduum, tum minutorum. Vt primæ horæ poſt meridiem, & vndecimæ ante meridiem aſſignantur gradus 10 cum minutis etiam 10: hoc igitur ſimul cum aſcriptis minutis numera in ſemicirculo B D C à D vtrinque versùs B, & C;

ac

ac per terminos vtriusque numerationis vt E & K deduces à centro A lineam A E pro 1 hora post meridiem, & A K pro 11 ante meridiẽ: similiter pro horis 2 post meridiem, & 10 ante meridiem reperies in tabula cum minutis 7, gradus 21; & eos pariter numerabis à D versùs B & C: ac per finem numerationum vt F, & L, describes, vt priùs, à centro A rectam A F pro secunda post meridiem, & A L pro decima ante meridiem. Et ita de reliquis. Cùm autem perueneris ad 4, & 5 pomeridianas, necnon ad 8 & 7 antemeridianas, eas pariter vltra centrum A produces, & sic habebis rectas A P, & A Q, pro 5, & 4 matutinis; similiterque rectas A S, & A R pro septima, & octaua serotinis; nec est necesse plures designare, saltem in his regionibus; vbi tamen aliæ forent necessariæ, eodem modo haberi possent quo istæ. Pro indice horarum, numerentur à D versùs B, siue versùs C gradus eleuationis poli, vt suprà, 42; & per finem numerationis vt X, ducatur à centro recta A X, quæ erit linea axis, quem *per 30 huius* eleuabis secundùm angulum D A X; est enim A centrum horologij. Si verò stylum malueris, à quolibet puncto axis A X, vt Y, designabis rectam Z Y, quæ Meridianam A D secet ad angulos rectos in Z, eritque Z locus styli longi vt Z Y, erigendi autem ad angulos rectos *per 2 huius.*

Demonstratio primæ descriptionis.

SI triangulum G C B super immota basi G C intelligatur eleuari, donec rectum sit ad horologij planum; atque adeo in plano circuli Meridiani consistat; erit B styli vertex, & Sphæræ centrum; recta autem B C erit

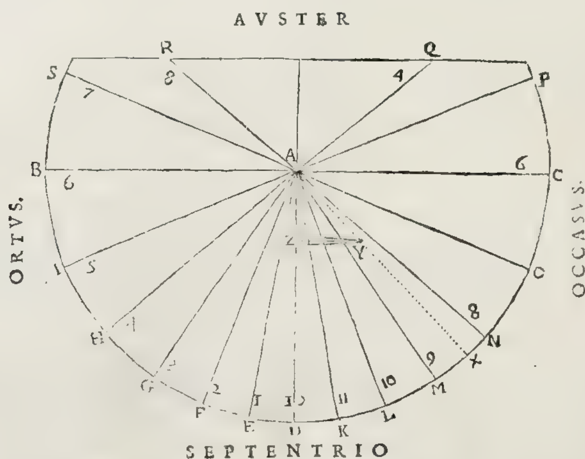


axis Æquatoris vnde C erit centrum horologij polum Antarcticum *per 29* referens, & angulus G C B erit angulus eleuationis poli Arctici supra planum horologij; cùm arcus G I sit factus æqualis eleuationi eiusdem supra pla-

planum Horizontis. Præterea recta B G, vtpote ad B C axem recta, & per Sphæræ centrum B transiens, erit communis sectio Meridiani, & Æquatoris, quam vocant radium Æquatoris. Vnde si semicirculus O G P, cum toto triangulo V V N, super immota V V, moueatur donec G N cum G B in prædicto situ existente coniungatur; erit tunc N, sicut B, commune centrum Æquat. ac Sphæræ; & totus semic. O G P erit in situ naturali Æquat. & recta V G V erit communis sectio Æquatoris, & plani horologij. Quia igitur lineolæ N V, N T &c. à centro N ad puncta in circumferentia O G P per factam diuisionem inuenta, sunt communes ipsius Æquatoris, & circulorum horariorum sectiones; erunt Q, R, S, T, V, vtrinque puncta in quibus eædem productæ sectiones; plano horologij occurrunt. Quia verò C est centrum horologij, in quod axis B C, idest communis omnium huiusmodi horariorum circulorum sectio, incurrit; rectæ ductæ per C, & V, itemque per C, & T, &c. erunt communes eorundem horariorum, & plani horologij sectiones. Igitur rectè horas Astronomicas in plano Horizontali delineauimus hoc primo modo; quod fuit demonstrandum.

Demonstratio secundæ descriptionis.

SI semicirculus B D C esset ipsius Horizontis semicirculus septentrionalis (septentrionalis dico, quia D septentrionem respicit, A verò austrum *per* 21 *huius*) arcus eius D E, & D F, & D G, &c. hincinde, supposita fide tabulæ (pro cuius demonstratione, vel etiam constructione vide Clauium citatum suprà *in demonstratione* 2 *descript. horologij Verticalis*) essent



arcus intercepti inter communem Horizontis, & Meridiani sectionem (quæ supponitur esse A D) ac singulas communes eiusdem Horizontis, &

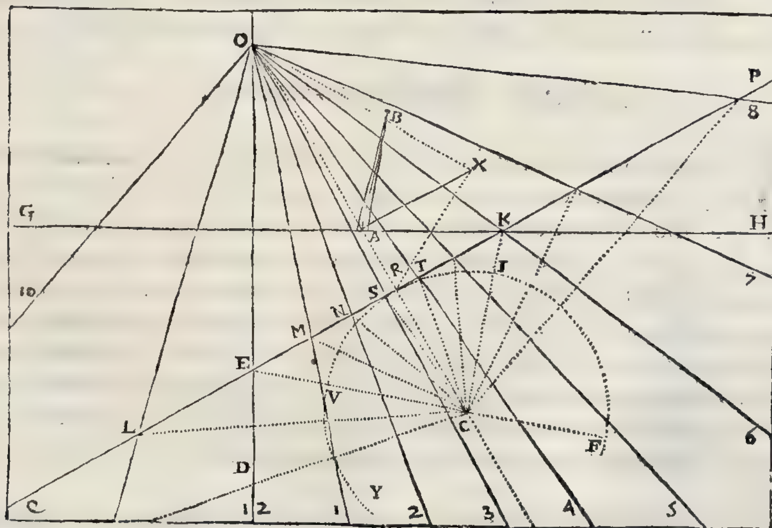
circu-

circulorum horariorum à meridie, & à media nocte ſectiones; rectæ verò E A, F A, &c. hincinde eſſent ipſæmet dictæ ſectiones, vt in ſimili dicebatur *citata illa demonſtratione præcedentis propoſitionis.* Quia verò prædictus ſemicirculus eſt in plano Horizonti æquidiſtante, cùm ſupponatur horologium Horizonti æquidiſtare; idcirco tales omnino ſunt, tum dicti arcus, tum prædictorum circulorum ſectiones, in hoc horologij plano, quales & forent in ipſomet Horizonte, vt demonſtratum eſt de lineis horarijs, & ſimilibus arcubus in horologio Verticali *præcedenti prop.* &c. quod hic non eſt neceſſe repetere, cùm inde facilè peti poſſit. Igitur rectè etiam hoc 2 modo horas Aſtronomicas in plano Horizontali deſcripſimus; quod fuit demonſtrandum.

Propoſitio XXXVI.

In plano Verticali declinante horas Aſtronomicas delineare.

PRoponatur planum ad Horizontem perpendiculare, declinans à meridie in occaſum, in quo pingendæ ſint horarum Aſtronomicarum lineæ. In primis dato ſtylo A B *per 2 huius* ad angulos rectos fixo, deſcri-



batur *per quintam*, linea Horizontali G A H: tum inueniatur Meridiana loci O D *per 13*, vel *per Coroll. 1 decimæquartæ*; poſtea *per 24* inueniatur ad datam poli eleuationem linea ſtyli C A ſecans Meridianam loci, vt

V in O,

in O, quod erit centrum horologij; inueniatur etiam *per* 27 radius Æquatoris X R, ipſaque linea Æquinoctialis Q P ſecans lineam ſtyli in R. Aliter tamen poſſunt hæc ipſa ſimul omnia inueniri *per* 28 *etiam huius*.

Illis autem ſiue hoc, ſiue illo modo ritè inuentis, ſumatur aperto circino interuallum X R, longitudo ſcilicet radij Æquatoris, & eidem æqualis abſcindatur R C, in linea ſtyli: atque per C ducatur recta E C F ſecans Meridianam O D in E, quo videlicet puncto eandem ſecat Æquinoctialis P Q: deinde ex C tanquam centro deſcribatur quouis interuallo circulus Y V I F diuidendus in partes 24 æquales, ſed initio facto à puncto V, quo ſcilicet eum ſecat recta E C F: peracta autem diuiſione, per ſingula eius circumferentiæ puncta, ex centro C, rectæ occultæ educentur ſecantes Æquinoctialem in punctis L, E, M, N, S, T, R, P: ac demum per iſta ſingula ductæ ex O centro horologij rectæ, erunt optatæ lineæ horarum à meridie, & à media nocte, videlicet O L, O M, &c. quibus adijciendi ſunt numeri, vt cernitur in ſchemate.

Monitum.

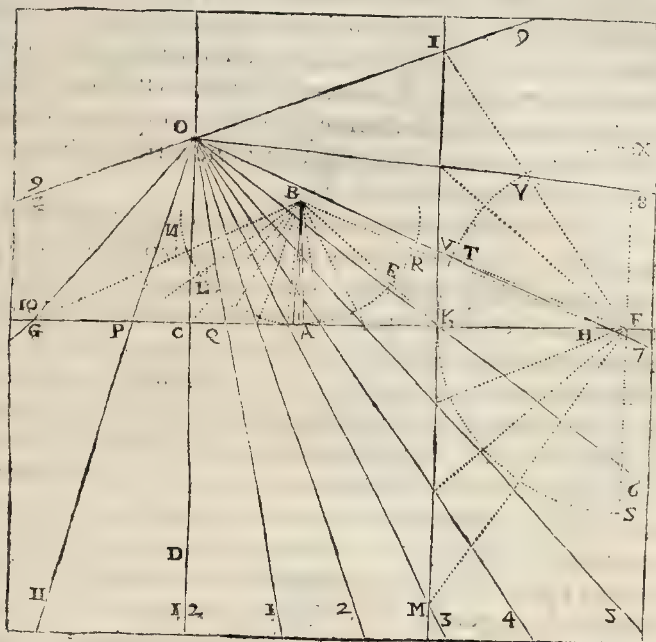
NIſi error aliquis in delineatione fuerit admiſſus, lineola quæ occultè à centro C producta per I punctum circumferentiæ ſecat Æquinoctialem in K pro puncto horæ ſextæ, erit quidem perpendicularis ad ipſam E C F, ſecabit autem non ſolùm dictam Æquinoctialem, ſed etiam ſimul cum ea Horizontalem lineam in K, ita vt ſit K punctum, quo & ſe inuicem tres illæ lineæ ſecant, & ſimul ſecantur à linea horæ 6 O K.

Aliter per tabularum numeros.

HVnc alium modum delineationis horarij Verticalis declinantis trado, præcipuè vt ex eo ſuppleri poſſit, quod illi iam tradito deeſt. Siquidem ex illo primo non poſſunt haberi in linea Æquinoctiali puncta omnia horarum, quibus tamen ſuperficiei illi declinanti Sol lucet; vt in hoc iam delineato horologio non poteſt niſi in parte remotiſſima haberi punctum horæ decimæ à media nocte: iſto verò modo quem nunc deſcribo ſtatim inuenietur punctum, quodcunque de fuerit, ſiue ante, ſiue poſt meridiem; quin etiam poſſet hoc etiam modo integrum horologium conſtrui; perficitur autem hic ipſe modus beneficio alterius, vel vtriuſque ſimul tabulæ iam ante in horologijs Verticali directo, & Horizontali traditæ.

Sit vt in præcedenti ſchemate linea Horizõtalis G H, & eam in C ſecans Meridiana O D, & O centrum horologij; ſit etiam A locus ſtyli. Nunc fiat recta A B ſtylo quidem æqualis, perpendicularis autem ad G H; & ex B centro, ad quoduis interuallum, circuli arcus deſcribatur vt E L N: iuncta autem C B ſecet prædictum arcum in L; deinde ex B fiat ad C B perpendicula-

dicularis BK ſecans eundem arcum in E, & Horizontalem GH in K: ſic erit LE quadrans circuli, diuidendus ſolito more in gradus 90, initio facto



à puncto L; ſimilis autem fiat reſidui arcus diuiſio ab L versùs N, necnon etiam, ſi opus fuerit, ex parte E ſurſum. Quibus debitè peractis, recurrendum eſt ad tabulam arcuum Horizontis, &c. quæ habetur *prop. 35 præcedent.* & ex eiuſdem tabulæ indicio pro ſingulis horarijs punctis in linea Horizontali inueniendis numerandi ſunt in circumferentia ELN, ab L versùs E pro horis poſt meridiem, & rurſus ab eodem L versùs N pro horis ante meridiem; numerandi, inquam, ſunt gradus ſingulorum arcuum Horizontis comprehenſorum inter lineam Meridianam, & ſingulos horarios circulos; ac per terminum cuiuſlibet arcus ex B centro deſignandæ ſunt cæcæ lineolæ rectæ, quæ productæ ſecabunt Horizontalem in punctis, vt P, Q, G, &c. ac tandem ex O centro horologij per P ducenda eſt linea horæ 11 poſt mediam noctem, item ex O per G linea horæ 10, & horæ 1 à meridie ex eodem O per Q, & ita de alijs quatuor à meridie contentis inter C, & K; nam per K ex O ducitur 6 à meridie, vt in præcedenti figura: ſimiliterque de alijs, quæ vltra K versùs H in eandem Horizontalem cadere poſſunt, ad eum modum, quo *prop. 34, 3* delineationis modo puncta horaria inuenta ſunt in Horizontali eadem, quæ illic notatur CD.

Tantùm aduerto quoad punctum H inueniendum pro hora 7 à meridie ſumendum eſſe arcum ER æqualem arcui comprehenſo inter E, & lineolam quæ ex B ducta punctum horæ 5 oſtendit in Horizontali CH: ſiue

quod in idem recidit, sumendum esse complementum arcus Horizontis, qui ex præscripto eiusdem tabulæ conuenit horæ 5 à meridie: vt quia ad poli eleuat. 42 pro hora 5 arcui Horizontis ab L versùs E numerando cōpetunt gradus 68 min. 11, cuius complementum est grad. 21 min. 49; ideo pro hora 7 à meridie numerandi sunt ab E sursum grad. 21 min. 49, ac per finem numerationis vt R, ducenda est recta B R donec Horizontalem secet in H; eritque H in Horizonte punctum per quod ex O designanda est linea horæ 7 quæsita. Non dispari ratione vltra H, si fuerit necesse, inuenietur punctum pro hora 8, &c.

Cogitaui præterea alium similem modum, quo puncta horaria, si quæ sint, quę nec in linea Æquinoctiali, nec in linea Horizōtali obtineri possint, facile inueniantur in linea Verticali, quæ videlicet est communis sectio plani horologij, & Verticalis circuli ad meridianum recti. Aperto circino sumatur interuallum K B, abscindaturque ipsi æqualis K F in linea Horizontali G H producta, & ex F tanquam centro describatur cuiusuis magnitudinis circuli quadrans K S, vel etiam semicirculus X K S ducta diametro X F S perpendiculari ad G H; necnon ducta per punctum K tangente K M perpendiculari ad eandem G H: facta autem diuisione quadrantis in gradus 90, vt assolet, numerentur ab S versùs K gradus, qui ex præscripto tabulæ (quæ habetur *prop. 34, in 2 delineationis modo*) debentur singulis arcubus, & per terminos eorum ducantur rectæ à centro F occultæ secantes tangentem K M in punctis vt M, V, I, &c. per quæ si ex O centro horologij, designentur rectę, erunt istę lineę horarię desideratę. Exemplum non pono, quia res est facilis.

Solùm moneo sicut paulò antè in simili monebam videlicet in K X quadrante pro horis quæ sunt supra K, sumendos esse ab X versùs K arcus ęquales arcubus sumptis ab S versùs K in quadrante K S pro horis quę sunt sub K: vel, quod idem est, sumenda esse a K versùs X sursum complementa arcuum, qui competunt horis, tantundem a sexta versùs Meridianam O D retrocedendo, distantibus; vt pro septima complementum quintę, cuius complementi arcu terminato, verbi gratia, in T, ac per T ex F ducta occulta quę tangentem K M secet in V; per V, ac per O describenda est linea horæ 7; vel quod in idem recidit, sumendi sunt à K versùs X arcus æquales arcubus, qui sunt à K versùs S, pro horis, quæ hinc inde æqualiter distant à sexta OK; vt pro hora 9 O I, sumatur arcus K Y æqualis arcui inter K, & rectam F M comprehenso, qui est pro hora 3 O M, & ita de cæteris.

Quod si in nullo erratum fuerit, licet triplici via, triplex etiam pro hora, verbi gratia, 7, punctum inuentum fuerit, primum quidem in linea Æquinoctiali, alterum verò in Horizontali, ac tertium in Verticali, quæ est ipsa tangens I V K M: tamen ea tria puncta conueniant necesse est in eandem rectam ex O centro horologij ductam; alioqui sine dubio erratum est.

Præterea aduerte lineam horæ 9 post meridiem I O productam versùs Z dare

Z, dare ipſam O Z pro hora ſimiliter 9 a media nocte; quod æquè intelligendum eſt de alijs ſeruata proportione. Et hoc aliquando vtiliſſimum eſt; cùm ſcilicet propter obliquitatem, aut aliam cauſam non poſſunt facilè inueniri puncta horaria in linea Horizontali vel Æquinoctiali.

Huic Horologio, ſicut & præcedentibus inſeruire poteſt axis, vel ſtylus; & iſte quidem iam in loco ſuo ſupponitur ad angulos rectos fixus, ille verò *per 30 huius* diſponi poteſt ſupra lineam ſtyli O A licet hic non expreſſam, ita vt cum eadem faciat angulum A O X notatum in primo huius propoſitionis ſchemate: quia in vtroque ſuppono omnia æqualia quoad ſtylum, declinationem, & poli eleuationem.

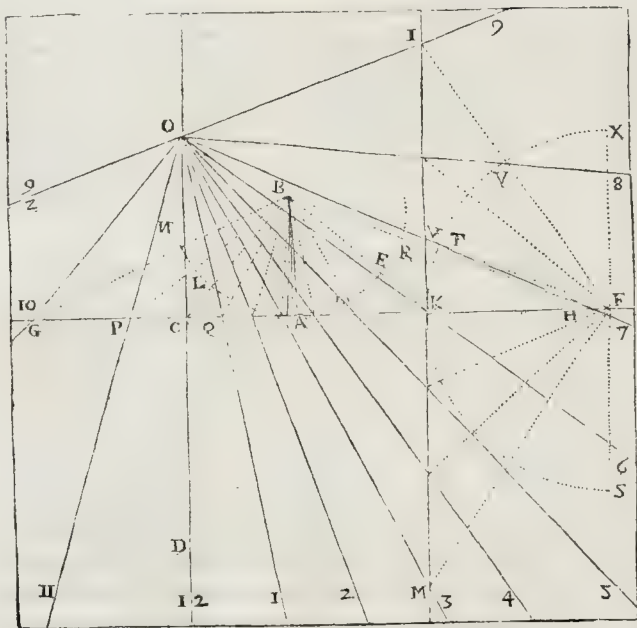
Demonſtratio primæ deſcriptionis.

Eleuetur triangulum O R X ſuper immota baſi O R, donec ad rectos cum plano horologij angulos conſiſtat; eo autem ita eleuato, eleuetur etiam ſuper immota L P triangulum L P C cum toto circulo Y V I F, & ita diſponatur, vt recta R C cum priùs eleuati trianguli latere R X in vnam rectam conueniat, & centrum C cum vertice X copuletur; quod quidem fieri poterit quia *per conſtructionem*, rectæ R C, & R X ſunt æquales. Quia verò iam demonſtratum ſupponitur *ex locis hac ipſa propoſitione indicatis*, rectam R X cum eo triangulo in quo eſt eleuata, eſſe radium Æquatoris in proprio ſitu, & rectam Q P, ſeu L P eſſe communem ſectionem plani horologij, & plani Æquatoris; necnon rectam O D eſſe communem ſectionem Meridiani, & plani horologij; erit triangulum L P C dicto modo erectum, in ſitu Æquatoris, cuius quidem centrum erit

punctum C, circumferentia verò Y V I F: recta autem ex C per E (punctum communæ Meridianæ O D & Æquinoctiali Q P) ducta erit communis sectio Meridiani loci, & plani Æquatoris: & quia hæc circulum eiusdem Æquatoris Y V I F secat in V sequitur *per constructionem*, ab V tanquam à puncto meridiei inchoandam esse diuisionem eiusdem circuli pro horis à meridie, atque etiam à media nocte; vnde cæteræ lineæ ex eodem centro C ductæ hinc inde per puncta diuisionis ita factę, dabunt in linea Æquinoctiali, L, M, N, S, &c. puncta horaria, per quæ ex horologij centro O, ducendę sunt lineę horariæ desideratæ O L, O M, &c. Igitur in plano Verticali declinante horas Astronomicas rectè delineauimus; quod fuit demonstrandum.

Demonstratio alterius delineationis.

SVper immota G H eleuetur cum toto arcu N L R, triangulum G H B donec ad angulos rectos sit cum plano horologij. Et quia in descriptione iam supponitur demonstratum rectam G H esse communem plani



horologij, & Horizontis sectionem; rectam verò O D esse Meridianam loci; erit dictum triangulum in plano Horizontis, & recta B C quæ ipsas O D, & G H secat in C, erit communis sectio eiusdem Horizontis & Meridiani; circumferentia verò N L R circulum ipsum Horizontis in proprio situ referet,

feret, cuius centrum erit B. Igitur arcus Horizontis, qui ſingulis horis ante, vel poſt meridiem, ex præſcripto tabellæ in deſcriptione indicatæ debentur, numerandi ſunt in prædicto arcu N L R facto initio ab L tanquam puncto meridiei, hincinde versùs E & N. Igitur per terminos ſingulorum arcuum, vt dictum eſt, ex B ductæ rectæ B G, B P, B Q, &c. erunt ſectiones communes plani Horizontis, & circulorum horariorum. Et quia dictæ rectæ B G, B Q &c. ſecant Horizontalem G H, & ſimul plano huius declinantis horologij occurrunt in illis ijſdem punctis G, Q, P, &c. ſi per ea ex O centro Horologij ducantur rectæ O G, O P, O Q &c. erunt hæ lineæ horariæ optatæ.

Quod etiam addidi de punctis horarijs inueniendis in IKM tangente circuli Verticalis, facilè demonſtratur. Moueatur ſuper immota IKM triangulum M I F cum ſemicirculo X K S donec F K coniungatur cum recta B K, quæ eſt in triangulo iam ante eleuato GHB; quod quidem fieri poterit, quia *per conſtructionem* ſemidiameter K F æqualis eſt ipſi K B: ſic autem centro F exiſtente in vertice B, dependebit diameter X S ad normam perpendiculi; & erit prædictus ſemicirculus in ſitu circuli Verticalis ad Meridianum recti; ſiquidem, per conſtructionem, recta K B, ſeu K F, (quod nunc idem eſt) perpendicularis eſt ad Meridianam B C, in plano Horizontis, & conſequenter recta X S in eo ſitu erit communis ſectio Meridiani, & Verticalis; tangens verò I K M, erit communis ſectio eiuſdem Verticalis, & plani horologij: Igitur arcus Verticalis, qui ſingulis horis in indicata tabella aſſignantur, ſumendi ſunt in quadrante S K ab S versùs K; lineæ verò per terminos eorum arcuum, & per centrum F ductæ, erunt communes ſectiones circulorum horariorum, & ipſius Verticalis circuli; cùm autem hæ ipſæ productæ ſecent dictam tangentem I K M, & ſimul plano horologij occurrant in punctis M, V, I, &c. ſequitur ea puncta eſſe verè in eo plano, horaria; ita vt ſi per eadem, ac per O centrum horologij ducantur rectæ vt O M, O V, O I &c. ſint hæ veræ lineæ horariæ, quas quærebamus. Igitur hoc etiam altero modo horas Aſtronomicas in plano Verticali declinante rectè deſcripſimus, quod fuit demonſtrandum.

Propoſitio XXXVII.

In plano inclinato horas Aſtronomicas delineare.

PLanum inclinatum *ex propoſ. 9 primi huius*; hìc intelligo tale planum, quod cùm à Meridiano minimè declinet, ita eſt ad ipſum perpendiculare, vt tamen ad Horizontem perpendiculare non ſit; & quidem, vt *eadem propoſitione* habetur, inclinationis gradus numero in quadrante Meridiani à Zenith vſque ad concurſum circuli maximi cui planum inclinatum æquidiſtat, ſiue ex parte auſtrali, ſiue ex parte boreali, prout ad hanc,

vel

vel ad illam, planum propendere conſpicitur; & quantitatem inclinationis addiſco *per* 9 vel 11 *huius.* Cùm autem ſit maximum diſcrimen inter varias planorum inclinationes, tum ſpectatas ſecundùm quantitatem, tum ſpectatas ſecundùm orbis plagam, auſtralem videlicet aut borealem, ad quas eſſe poteſt inclinatio; inde eſt, vt non vno modo deſignari queant propoſitæ horæ in quolibet inclinato plano; quapropter vtendum erit aliqua diſtinctione, qua obſeruata, facillima erit delineatio.

Primò itaque, ſi inclinatio à Zenith versùs ſeptentrionem, æqualis ſit complemento eleuationis poli, ſeu quod idem eſt, ſi ex parte ſeptentrionali tantundem ſupra Horizontem eleuetur planum, quantùm ſupra eundem eleuatur polus; iam hoc ipſo planum hoc, erit Polare; atque adeo horæ Aſtronom. in eo deſignandæ ſunt tanquam in plano Polari *per* 32 *huius.*

Secundò, ſi à Zenith versùs meridiem, planum propendeat, & inclinatio ſit æqualis eleuationi poli ſupra Horizontem, ſeu complemento eleuationis Aequatoris; erit ſine dubio planum illud parallelum Æquatori; atque adeo in eo deſignandæ erunt horæ Aſtronom. *per* 31 *huius*, ſicut in plano Æquinoctiali.

Tertiò, ſi ad plagam ſeptentrionalem inclinatio, maior ſit complemento altitudinis poli, ſeu quod in idem recidit, ſi plani propoſiti eleuatio ſupra Horizontem minor ſit eleuatione poli, ſupra eundem; tunc in eo plano deſignandæ ſunt horæ Aſtronom. ſicut in plano Horizontali *per* 35 *huius*: cum hac ſola obſeruatione, quòd ad lineam axis CI (vt *in dicta prop.* habetur) inueniendam, numerandi ſunt in quadrante GH gradus quibus eleuatur polus, non iam ſupra Horizontem, (cùm hoc planum Horizontale non ſit) ſed ſupra ipſum planum, ſeu ſupra illum alium à noſtro diuerſum Horizontem, cui idem planum æquidiſtat: hi autem gradus ita facilè inuenientur. Sit eleuatio poli ſupra noſtrum Horizontem grad. 42; inclinatio verò plani ſit 70, cuius complementum, ſeu (vt ante dicebam) plani propoſiti ſupra ipſum Horizontem eleuatio eſt 20, minor ſcilicet eleuatione polari quæ eſt 42: à 42 ſubtraho 20, & remanent 22, pro eleuatione poli ſupra planum inclinatum. Igitur in quadrante iam dicto GH numerandi ſunt à G verſus H gradus 22; & per finem numerationis ducenda eſt linea axis. Cætera fiant vt ibidem dicitur.

Quartò, ſi inclinatio versùs ſeptentrionem fuerit minor complemento eleuationis poli, ita vt *per* 19 *huius*, plano huic inclinato non appareat polus Arcticus (loquor autem nunc de eo plano ſecundùm faciem eius ſuperiorem; nam inferior parum commoda eſt horarum delineationi, cùm vix eam Sol reſpiciat) ſed polus Antarcticus; fiet in eo horarum Aſtronom. delineatio ſicut in plano Verticali *per* 34 *huius*, hac ſolùm adhibita cautione, quòd videlicet ad radium Æquatoris EG, vt *in ea propoſ.* habetur inueniendum, numerandi ſunt in quadrante AF gradus complementi eleuationis poli ſupra Horizontem, non quidem ſupra Horizontem tui loci,

ſed

ſed ſupra illum alium Horizontem, ad quem planum propoſitum eſt perpendiculare; hos verò gradus ſic inuenies; ad eleuationem poli ſupra tuum Horizontem, quæ ſit, verbi gratia, 42, adde quantitatem inclinationis à Zenith, vt dictum eſt, numeratæ, quæ ſit, verbi gratia, 8: fient 50, pro eleuatione poli ſupra illum alium, quem dixi, Horizontem (qui & dici poteſt proprius illius plani Horizon, cuius videlicet reſpectu illud planum eſt Verticale) cuius eleuationis complementum eſt 40: igitur in arcu A F numera gradus 40 ab A versùs F, & per finem numerationis ex E centro duces pro radio Æquatoris rectam E G. In cæteris nihil mutandum.

Quintò, ſi inclinatio versùs meridiem ſit minor inclinatione Æquatoris, numerando, vt dixi, à Zenith; eodem modo inſtituenda eſt horarum Aſtronom. delineatio in inferiori ſuperficie (de hac enim ſola nunc loquor tanquam de commodiori, cùm ſuperior, præſertim ſi exigua ſit inclinatio, vix à Sole illuſtretur) plani inclinati, quo in ſuperficie auſtrali plani Verticalis. Sed ſicut immediatè antè pro inueniendo radio Æquatoris iuſſi ad eleuationem polarem ſupra Horizontem loci, addi gradus 8, videlicet quantitatem inclinationis; ita hìc volo quantitatem inclinationis addi ad complementum eleuationis poli ſuprà Horizontem loci; ita vt, ſi inclinatio ſit, verbi gratia, 8, vt ſuprà, numerentur in arcu A F gradus 56 pro complemento graduum quibus polus ſupra Horizontem propoſiti inclinati plani proprium eleuatur, qui ſunt 34; demptis videlicet illis 8, qui inclinationi debentur. Quod quidem ſtatim intelligetur in inſtrumento *propoſitionis 10 primi libri.*

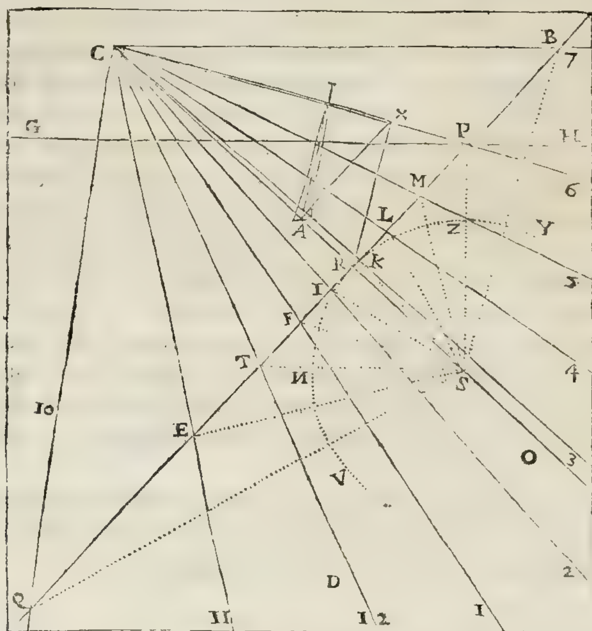
Cætera quæ ad horariam hanc in plano inclinato delineationem, pertinere poſſent, libens omitto, quia vel ſunt parum vtilia, vel ex dictis facilè ſuppleri poſſunt; nec exiſtimo in his diutius immorandum.

Propoſitio XXXVIII.

In plano inclinato, ſimulque declinante horas Aſtronomicas delineare.

SIt planum quod *prop. 25 huius*, ſupponitur declinans à meridie in occaſum, & inclinatum ad plagam, quæ inter ortum, & ſeptentrionem eſt, &c. In eo autem ſint inuentæ lineæ, Horizontalis quidem G H, *per* 8; Meridiana autem loci C D, *decimæ quartæ per* 13, *aut per coroll.* 1 *vel per* 29; & Meridiana plani propria C O *per* 25, *aut* 29, cum centro Horologij C; & axe C X; ac denique *per* 27, radio Æquatoris X R, cum linea Æquinoctiali Q P. Sumatur nunc aperto circino radius Æquatoris X R, & in Meridiana eius plani propria, ſeu linea ſtyli C O, abſcindatur ipſi X R æqualis R S; atque ex S, tanquam centro deſcribatur circuli arcus V N Y cuiuſuis magnitudinis

gnitudinis, quem ex puncto T (quo nimirum se Meridiana C D, & Æquinoctialis Q P intersecant) ducta per centrum S recta secet in N; & postea hanc ipsam in eodem centro S ad angulos rectos secet recta S P, quæ etiam circuli arcum V N Y secet in Z; eritque, si nullus interuenerit error, communis trium linearum, videlicet Æquinoctialis Q P, & Horizontalis G H, & huius vltimo loco designatæ perpendicularis S P, intersectio in ipso puncto P; per quod insuper incedet C P linea horæ 6 à meridie.



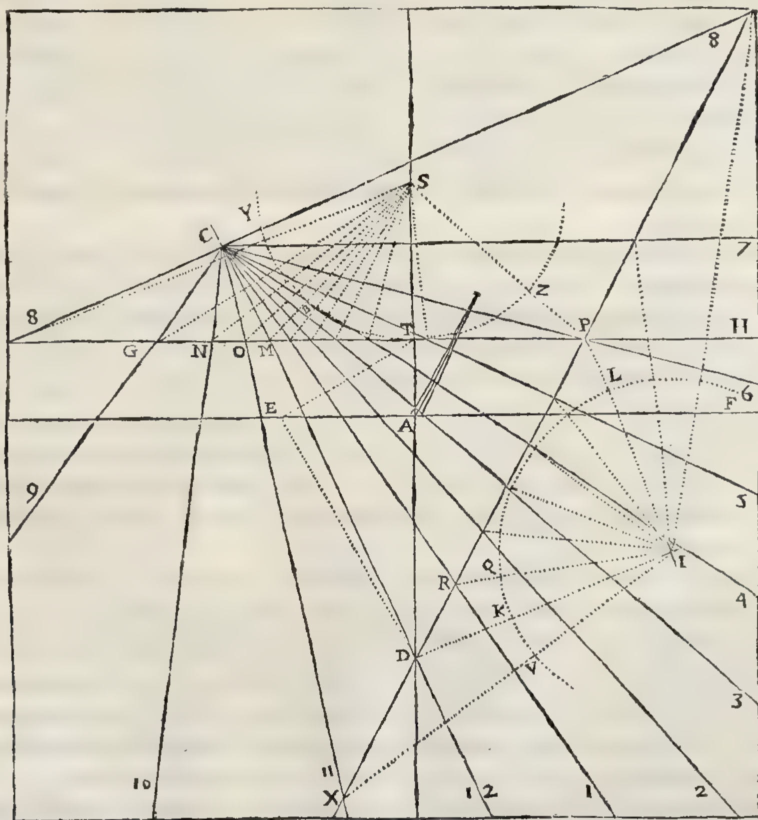
His peractis erit prædicti circuli segmentum N Z perfectus eiusdem quadrans diuidendus in sex æquales partes, quibus etiam aliæ similes & æquales partes distinguendæ sunt in residuis arcubus ab N versùs V, & ab Z versùs Y. Notatis autem diuisionum punctis in peripheria, per singula ea puncta ducantur occultæ à centro S secantes lineam Aequinoctialem in Q, E, F, I &c. ac denique per hæc eadem Æquinoctialis puncta ducantur ex C horologij centro, horariæ lineæ rectæ C Q, C E, C F, &c. singulisque apponantur conuenientes numeri, vt figura ostendit.

Aliter tabularum adminiculo.

Sicuti præcedentibus propositionibus vsum duplicis tabulæ, arcuum videlicet Horizontis, & arcuum Verticalis circuli, &c. suggessi tum ad integram delineationem, earum beneficio, perficiendam; tum velut

in

in ſubſidium, vt videlicet cùm non poſſent in linea Æquinoctiali puncta quædam horaria, aut etiam in linea Meridiana centrum ipſum Horologij, obtineri; alia his ad idem negotium æquiualentia puncta, in linea Horizontali, aut in linea Verticali, ope dictarum tabularum inuenirentur: ita conuenit nunc earundem vſum ad horariam in plano inclinato, ac declinante delineationem extendere; quod quidem, vt ſpero, non erit iniucundum, cùm hoc ipſo earum tabularum vſus vniuerſalis reddatur; ſicut neque eſt inutile, cùm in huiuſmodi planis, vel ob inclinationem, vel ob declinationem, aut ſimul ob vtranque, accidere ſoleat vt centrum horologij longiùs à ſtylo abſit, vel aliàs non niſi difficulter haberi poſſit; ac etiam aliqua ſemper deſint in linea Aequinoctiali puncta horaria: hæc verò poſſunt in hoc etiam genere plani facilè ſuppleri indicio, & vſu alterutius, vel ſimul vtriuſque iam dictæ tabulæ; ſi tamen debitus vtendi modus obſeruetur, qualem hìc volo exponere; eſt enim aliquid in hoc genere plani ſpecialiter obſeruandum propter ipſum ſpecialem eius ſitum.



In plano vt ſuprà declinante atque inclinato, poſito ſtyli loco A, & in uento

uento *per 7 huius*, puncto D, ac designata recta TAD pro communi sectione ipsius propositi plani, & circuli Verticalis ad ipsum recti; ductaque (vt iam dictum est) Meridiana loci CD; ac inuento C horologij centro; necnon per A locum styli ducta FE, Horizonti parallela; & sumpta AE æquali ipsi stylo, iunctaque DE, ac etiam, vt priùs, designata ipsa Horizontali GH secante Meridianam in M, & Verticalem in T; iungatur TE; & in recta DT sursum producta abscindatur TS æqualis ipsi TE; atque ex S tanquam centro describatur ad quoduis interuallum, circuli arcus YZ; deinde iungatur MS, secans ipsum YZ in B, atque ad eandem perpendicularis ducatur per centrum S recta SP secans eundem arcum in Z, & lineam Horizontalem in P, quo etiam puncto eandem priùs secabat CP linea horæ *6*, & QP Æquinoctialis. His positis erit BZ quadrans circuli Horizontis diuidendus vt solet in gradus 90: similis autem diuisio in vtroque residuo arcu fieri debet vltra B versùs Y, ac etiam vltra Z, seruata proportione.

Facta verò huiusmodi diuisione graduum, recurrendum est ad tabellam arcuum Horizontis &c. quæ habetur *prop. 35*; atque ex eius præscripto numerandi sunt gradus cuilibet arcui horario debiti, à puncto B versùs Z pro horis à meridie, & à B versùs Y pro horis à media nocte: notatis autem punctis in quolibet numerationis termino, rectæ occultæ à centro S per ea eductæ secabunt Horizontalem GH in punctis G, N, O, &c. per quæ demum à centro horologij C describendæ sunt horariæ lineæ CG, CN, CO &c.

Altera tabula, quæ est arcuum Verticalis &c. habeturque *prop. 34*, vti etiam poterimus, si priùs ipsum circulum Verticalem, videlicet primarium, qui ad Meridianum rectus est, eiusque communem cum plano hoc inclinato, ac declinante, sectionem ritè designauerimus: & quidem iam duo habemus puncta per quæ necesse est dictam sectionem incedere: tale est in primis punctum D beneficio perpendiculi à styli vertice dependentis inuentum *per 7 huius*: alterum autem est iam inuentum in linea Horizontali videlicet punctum P; per quod, vt dixi, transit linea horæ *6*, & linea Æquinoctialis, per quod etiam necessariò transit dictus Verticalis primarius.

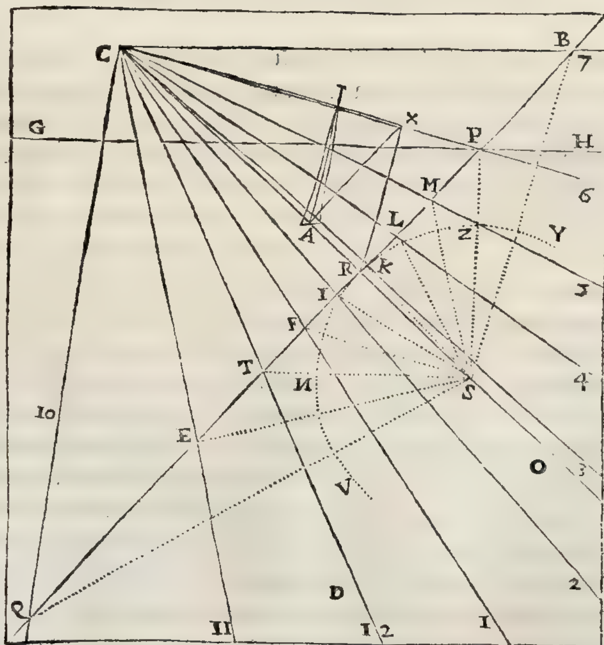
Ducta itaque recta DP pro tangente dicti Verticalis, superest nunc eiusdem centrum in hoc plano inuenire, vt ipsemet describatur: circino itaque aperto ad interuallum DE, ex D tāquam centro describatur versùs I segmentum circuli occultum: deinde circino etiam aperto ad interuallum PS, ex P tanquam centro describatur aliud simile circuli segmentum, quo prius illud secetur; sitque I punctum communis vtrique sectionis: sic erit idem I centrum optatum circuli Verticalis primarij in hoc plano.

Describatur ergo ex I ad quodlibet interuallum, circuli arcus VL, quē cùm iuncta ID secuerit in K, & altera similiter iuncta IP secuerit in L; erit KL quadrans (duæ enim rectæ ID, & IP, si nullus interuenerit error, erunt

erunt ad inuicem perpendiculares) diuidendus, vt moris eſt, in grad. 90; ſimilis autem diuiſio etiam fiat in vtraque reſidua parte arcus tum vltra K versùs V, tum vltra L: facta autem diuiſione, notentur ex præſcripto tabulæ vltimò dictæ, puncta ſingulorum arcuum, pro horis quidem pomeridianis à puncto K progrediendo versùs L, pro antemeridianis verò, progrediendo ab eodem puncto K versùs V: cæcæ namque lineolæ per ea puncta, quoſlibet arcus terminantia, vt V, & Q, ductæ à centro S, ſecabunt tangentem D P in punctis, vt X, & R; per hæc verò deſcribendæ ſunt ab horologij centro C lineæ horariæ C V, C R, &c. Vel caſu quo centrum C non haberetur, duci poſſent eædem horariæ à ſingulis reſpondentibus punctis in linea Horizontali paulò antè inuentis, verbi gratia, ab O recta OX, quemadmodum à C recta C X; punctum enim O ſi nullus ſit error cadet neceſſariò in eandem rectam, quæ ex C in X ducitur. Quod etiam de alijs, ſeruata proportione, intelligendum eſt.

Demonſtratio primæ deſcriptionis.

Attollatur ſuper immota baſi C R triangulum C R X, itaut plano horologij orthogonaliter inſiſtat: attollatur etiam ſuper immota P Q triangulum P Q S, cum N Z quadrante, ac reſiduis arcubus, donec recta



R S, quæ in eo triangulo eſt, alterius trianguli iam eleuati lateri RX, (cui *per constructionem* æqualis eſt) coniungatur; & centrum S in X vertice

X ſtyli

ſtyli collocetur. Quia igitur *ex demonſtratis 27 huius,* recta R X eſt radius Æquatoris eleuatus in proprio ſitu, recta autem P Q *per eandem* eſt communis ſectio eiuſdem Æquatoris, & plani horologij; ſequitur triangulum P Q S dicto modo eleuatum, eſſe in plano Æquatoris, eiuſque circumferentiæ ex S ſiue X centro deſcriptæ portionem, eſſe V N Y. Et quia per *conſtructionem* recta C D eſt Meridiana loci, quam in T ſecat Æquinoctialis P Q, erit recta S T, communis ſectio Æquatoris & Meridiani. Et quia *per 8 huius* recta G H, quam Æquinoctialis ſecat in P, eſt communis ſectio Horizontis, & plani horologij, erit recta S P in plano etiam Horizontis, tanquam communis eius, & Æquatoris ſectio. Et quia Horizontis, ſicut & Æquatoris, ad Meridianum recta ſunt plana; erit dicta S P non tantum ad Meridianum recta *per 19 11 elem.* ſed etiam *per 3 definit. eiuſdem*, recta erit ad communem Æquatoris, & Meridiani ſectionem; quæ conſequenter erit ipſa S T, ad quam *per conſtructionem* perpendicularis eſt S P; atque adeo erit N Z quadrans Æquatoris, in ſex, vt dictum eſt, partes diuidendus, initio facto à puncto N tanquam puncto meridiei. Cætera iam ex dictis ſæpe aliàs, & hìc modò non repetendis ſatis intelliguntur. Igitur horas Aſtronomicas in plano inclinato ſimulque declinante rectè delineauimus; quod fuit demonſtrandum.

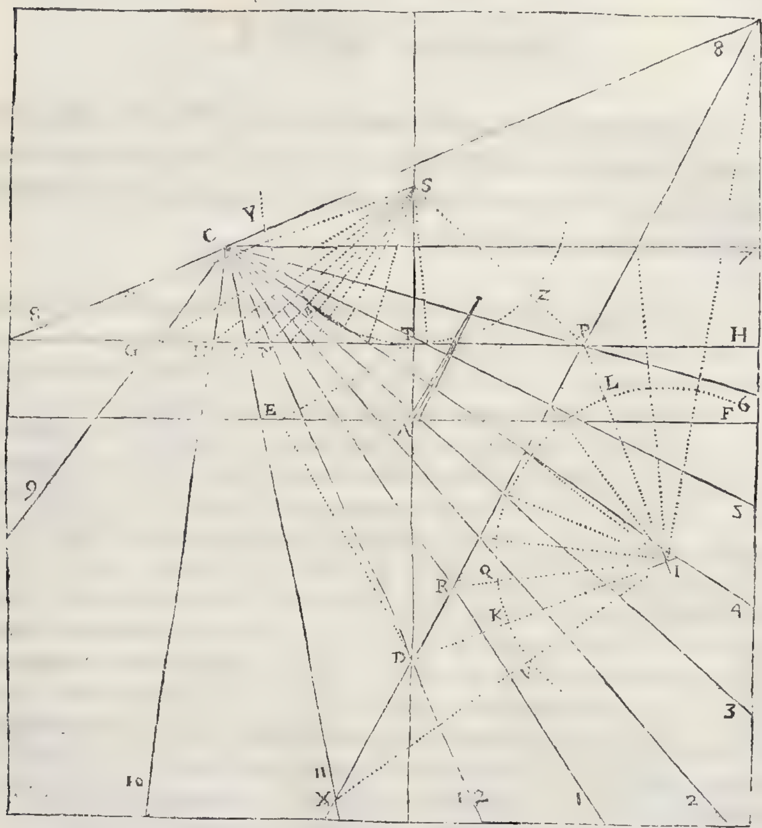
Demonſtratio ſecundæ deſcriptionis.

Eleuetur triangulum D T E ſuper immota baſi D T, donec plano inſiſtat ad angulos rectos: deinde triangulum G P S ſuper immota P G moueatur, donec alterius trianguli iam eleuati lateri T E coniungatur, ipſi *per conſtructionem* æqualis recta T S. Quoniam igitur *per 7 huius,* recta D T eſt communis ſectio plani horologij, & circuli Verticalis ad ipſum recti; & recta G H eandem ſecans in T eſt *per 8* ſectio communis plani horologij & Horizontis; recta autem A E *per conſtructionem* eſt æqualis ſtylo, erit (poſito prædicto trianguli ſitu) dicta A E coniuncta ipſi ſtylo, cuius conſequenter vertex erit E ſiue S; recta autem E D erit axis Horizontis ex dictis *prop.* 7; & recta E T erit communis ſectio Horizontis, ac circuli Verticalis, qui ad planum horologij rectus eſt. Ex quo ſequitur rectam S T, cum toto triangulo G P S, eſſe in plano Horizontis, cuius circuli portio ex communi ſphæræ centro S, ſiue E, deſcripti erit Y B Z. Et quia M eſt punctum communes Meridianæ C D, & Horizontali G H *per conſtructionem*; erit recta M S communis ſectio Meridiani, & Horizontis; ipſa verò S P ad eandem perpendicularis, erit communis ſectio Horizontis, & circuli Verticalis ad Meridianum recti: vnde ſequitur, arcum Horizontis inter vtranque rectam contentum videlicet B Z (cum à Meridiana ſecetur in B, & a Verticali in Z) eſſe Horizontis quadrantem diuidendum, vt ſolet, in grad. 90, ſed initio facto a puncto meridiei B, ex quo conſequenter debent hinc inde, id eſt, versùs Z, & versùs Y computari gradus arcuum horariorum

ex

ex præſcripto tabulæ. Cætera, quæ ad hanc partem ſpectant, facilè intelliguntur ex aliàs dictis.

Quod autem pertinet ad vſum alterius tabulæ, arcus horarios in circulo Verticali aſſignantis. Eleuetur ſuper immota D P triangulum D P I, donec I eius vertex, cum E, & S verticibus antea eleuatorum triangulorum coniungatur; quod fieri poteſt, quia *per conſtructionem* recta P I eſt æqualis ipſi P S; ſimiliterque recta D I ipſi D E; hoc ipſo autem coniungentur in



vnam lineam duæ rectæ D I, & D E; ſimiliterque in vnam aliæ duæ rectæ P I, & P S, quo facto, erit I D in ſitu axis Horizontis, ſicut & E D; recta autem P I erit communis ſectio Horizontis, & Verticalis primarij vt P S. Et quia I eſt iam centrum Sphæræ, cùm ſit vertex ſtyli; portio circuli in hoc trianguli D P I plano, ex I centro deſcripti V K L, erit portio eiuſdem Verticalis primarij, cuius quadrantem K L, abſcindent rectæ ad inuicem orthogonæ I D, & I P, eundem ſecantes hinc in K, inde in L. Et quia I D (cùm, vt dixi, ſit in ſitu axis Horizontis) eſt etiam communis ſectio dicti Verticalis, & Meridiani, erit K in plano Meridiani, ſicut eſt in plano Ver-

ticalis; atque adeo à puncto K, veluti à puncto meridiei, in circumferentia Verticalis computari debent gradus singulorum horariorum arcuum ex præscripto huius tabulæ; idque hincinde, versùs L quidem pro horis post meridiem, versùs V autem pro horis ante meridiem. Cætera omitto, quia iam trita. Igitur horas Astronomicas, beneficio etiam harum tabularum, rectè delineauimus in plano inclinato simulque declinante; quod fuit demonstrandum.

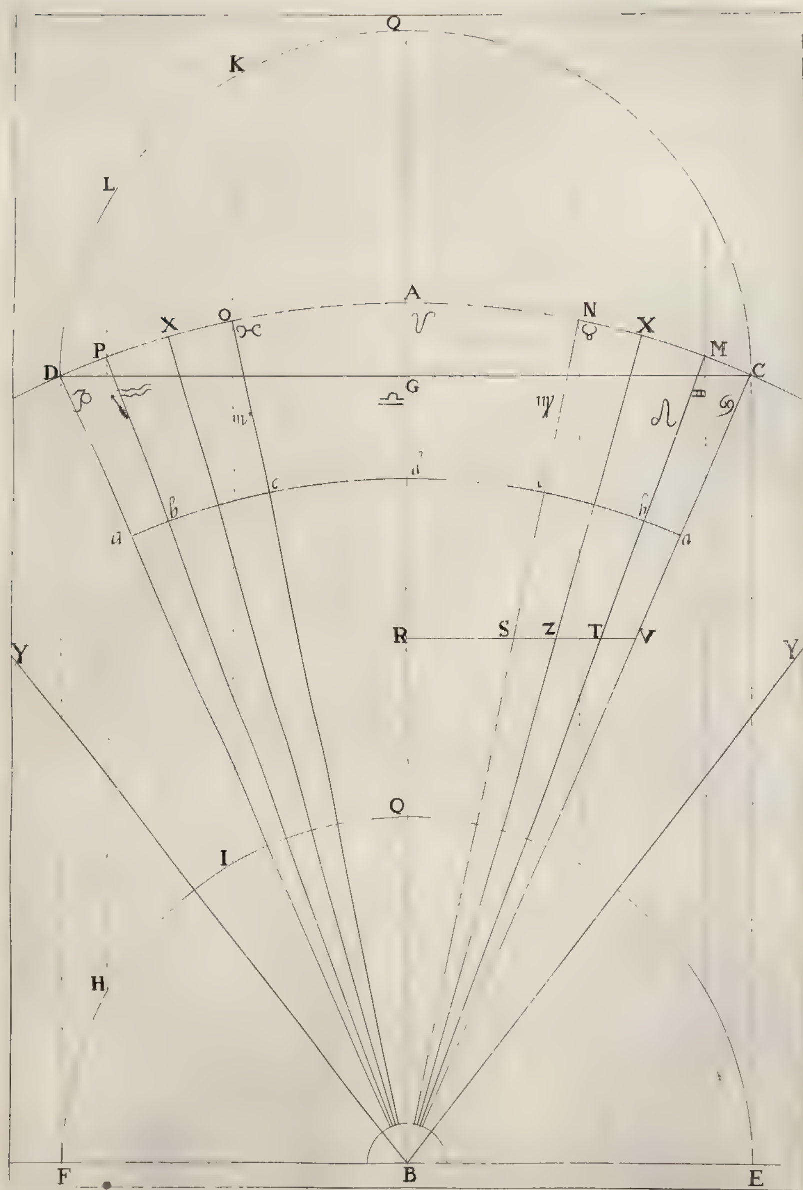
Propositio XXXIX.

Figuram quam vocant radiorum Signorum Zodiaci, ad eorundem signorum, aliosue similes parallelos in quocunque dato horologij Astronomici plano, præclara generalissima methodo delineandos, construere.

VArij quidem à varijs afferuntur modi, quibus paralleli Signorum Zodiaci describantur; sed vnus mihi præ cæteris placuit, qui & breuissimus est, & in praxi facillimus, atque etiam certissimus, addo, & maximè vniuersalis, cùm in omni prorsus horologij plano (quicunque tandem sit eius situs) locum habeat; perficitur autem operationum miro, & iucundissimo compendio, sola adminiculante figura radiorum Signorum Zodiaci, absque vllo alio cuiusuis generis analemmate: atque haud scio an aliquis alius eum exposuerit; quamuis Clauius in quodam opusculo, & Voell. (quos memini alios me legisse) simile quid habere videantur quatenus dictæ figuræ adminiculo dictos arcus describunt: tamen illi (vt optimè etiam memini) neque ita facilem, ac expeditum, neque ita vniuersalem, imò neque ita certum in praxi habent modum vtendi ea figura, vt ille est, quem hìc ego tradere proposui. Opto autem figuram hanc accuratissimam esse, & amplissimam, vt in ea designari queant radij pro Signorum non modò initijs, sed etiam singulis gradibus; his enim opus erit, tum hoc ipso libro; tum præsertim sequenti; & præterea si solùm quis desideret radios pro Signorum initijs, facilè eos excerpere poterit ex ea ipsa figura, continente omnes omnium graduum radios.

In electa igitur ampla orichalcea, vel lapidea (nam lignea huic operi minimè idonea est) plana, & læuigata superficie, ducatur vtcunque linea recta B A, & ex eius aliquo puncto B tanquam centro, interuallo autem quàm fieri poterit maximo B A, describatur circuli arcus, vt C A D secans prædictam rectam in A; in eodem autem arcu à puncto A vtrinque, maxima Eclipticæ declinatio numeretur vsque in C ex vna parte, atque in D ex altera: gradus autem maximæ declinationis sunt ex communi sententia 23 grad. 30 min. vel, vt Tychoni Brahæo placet, grad. 23 min. 31 secund. 30.

Facto



Q
K
L
A
N
X
O
X
P
M
D
C
G
a
b
c
d
h
a
R
S
Z
T
V
Y
Y
Q
I
H
F
B
E

Facto itaque vtrinque termino dictæ declinationis (siue ex communi sententia, siue ex Tychonicis hypothesibus) C, & D; ducatur recta C D, secans priorem antea dictam rectam in G: atque ex G tanquam centro circa diametrum C D, describatur extra arcum C A D, semicirculus C Q D secans rectam productam B A in Q: huic verò semicirculo alter æqualis, & inuariato circino describatur ex B centro; quem secet in E, & F diameter E B F, ad ipsam B Q perpendicularis; Sitque is alter semicirculus E Q F, cuius conuexitas, prioris concauitatem respicere poterit, nec erit necesse illum in oppositam partem conuertere.

Diuidatur postmodum vterque semicirculus non solùm in partes sex æquales, vt fieri solet ab ijs, qui solùm quærunt radios pro Signorum initijs; sed etiam in 180 gradus; (quæ est communis semicirculi diuisio) vt ita obtinere possimus radios in hac figura pro singulis Eclipticæ gradibus, vt antea dixi. Quia tamen in hoc schemate angustus est locus tot radijs designandis, ego fugiens linearum confusionem, solos pro initijs Signorum radios describo, vnde & dictos semicirculos in sex tantùm partes æquales diuido: sed hinc facilè quiuis intelliget, quid in totali 180 dictorum graduum diuisione, sit præstandum pro radijs singulorum graduum. Imò addo satis esse si duo soli quadrantes oppositi Q D, & Q F (vel alij duo ex altera parte) diuidantur singuli in gradus 90; vel, vt hìc propter schematis angustias, in partes tres æquales. Sint ergo diuisionum puncta in altero quidem K, & L, præter Q, & D; in altero autem I, & H, præter Q, & F.

His peractis recta per I, & K producta secet arcum A D in O, & similiter altera recta per H, & L producta secet eundem arcum A D in P; beneficio autem circini transferatur interuallum A O ex A, in A N, & notetur in termino punctum N; similiterque interuallum A P ex eodem A transferatur in A M, imprimaturque nota M. Ac tandem è centro B ad singula, in arcu C A D, sic notata puncta, ducantur pro optatis radijs rectæ B C, B M, B N, ex vna parte; itemque ex altera, rectæ B O, B P, & B D; & Signorum characteres singulis inscribantur, radio quidem medio videlicet B A, ♈, & ♎ : radio autem B O, ♓ & radio B P, ♒, & ♑; necnon radio B D, ♈ eodemque modo ex parte altera radio B N inscribantur, ♍ & ♐ & radio B M, ♊ & ♌; ac denique radio B C, ♋ Et ita perfecta erit figura radiorum Signorum Zodiaci: cuius figuræ demonstrationem qui desiderauerit, petat à Clauio *prop. 1 lib 1 Gnomonices in demonstratione Analemmatis.*

Aliter, ope tabellæ declinationum graduum Eclipticæ.

Construi etiam potest eadem radiorum figura per subiectam hìc tabulam declinationum Eclipticæ in singulis gradibus Signorum, hoc modo. Diuiso arcu C A D non tantùm in gradus, sed etiam in minuta (*per ea quæ dicta sunt 16 huius,* sumpto diuisionis initio à puncto A in vtramque

que partem) numerentur ab A versùs C, aut versùs D gradus, ac minuta, vel etiam, si fieri poteſt, ſecunda quæ debentur propoſitorum Eclipticæ punctorum declinationibus, ac per finem cuiuſlibet numerationis ducatur ex B centro dicti arcus, quilibet optatus radius. Sit hoc exemplum; Proponitur deſcribendus radius initij ♑; recurro ad tabellam, videoque in ea gradus 23, min. 30, tribui declinationi initij ♑; vnde conſequenter à puncto A versùs D numero grad. 23, min. 30; facto autem in fine numerationis puncto, vt D, ex B in D ſicut priùs duco pro initio ♑ radium BD. Ita pro initio ♒ numerabo ab A versùs D gradus 20, min. 12 ex præſcripto tabellæ, & facto numerationis termino in puncto, verbi gratia, P; ex B in P ducam, vt priùs, radium pro initio ♒ BP. Et ita de alijs non ſolùm initijs Signorum, ſed etiam quibuſlibet propoſitis gradibus.



Decli-

Declinationes Signorum Zodiaci ad ſingulos eorum gradus.

Gradus ſuperiorum ſex Signorum.

	♈ ♎		♉ ♏		♊ ♐		
	G.	M.	G.	M.	G.	M.	
0	0	0	11	30	20	12	30
1	0	24	11	51	20	25	29
2	0	48	12	12	20	37	28
3	1	12	12	33	20	49	27
4	1	36	12	53	21	0	26
5	2	0	13	13	23	11	25
6	2	23	13	33	21	21	24
7	2	47	13	53	21	32	23
8	3	11	14	13	21	42	22
9	3	35	14	32	21	51	21
10	3	58	14	51	22	0	20
11	4	22	15	10	22	9	19
12	4	45	15	28	22	17	18
13	5	9	15	47	22	25	17
14	5	32	16	5	22	32	16
15	5	55	16	23	22	39	15
16	6	19	16	40	22	46	14
17	6	42	16	57	22	52	13
18	7	5	17	14	22	58	12
19	7	28	17	31	23	3	11
20	7	50	17	47	23	7	10
21	8	13	18	3	23	12	9
22	8	35	18	19	23	15	8
23	8	58	18	34	23	19	7
24	9	20	18	49	23	22	6
25	9	42	19	4	23	24	5
26	10	4	19	18	23	26	4
27	10	26	19	32	23	28	3
28	10	47	19	46	23	29	2
29	11	9	19	59	23	30	1
30	11	30	20	12	23	30	0
	♓ ♍		♒ ♌		♑ ♋		

Gradus inferiorum ſex Signorum.

Placuit præter iſtam communem tabulam declinationum &c. apponere ſimul aliam quæ Tychonica eſt; fortè enim aliquibus magis ipſa placebit.

Decli-

Declinationes Signorum Zodiaci ad singulos eorum gradus, ex Tychone.

Gradus superiorum sex Signorum. | Gradus inferiorum sex Signorum.

	♈ ♎ S.			♉ ♏ S.			♊ ♐ S.			
	G.	M.	S.	G.	M.	S.	G.	M.	S.	
0	0	0	0	11	30	42	20	13	22	30
1	0	23	56	11	51	48	20	25	57	29
2	0	47	53	12	12	40	20	38	9	28
3	1	11	49	12	33	21	20	50	0	27
4	1	25	43	12	53	49	21	1	25	26
5	1	59	37	13	14	5	21	12	29	25
6	2	23	28	13	34	7	21	23	7	24
7	2	47	16	13	53	57	21	33	22	23
8	3	11	4	14	13	32	21	43	15	22
9	3	34	47	14	32	55	21	52	42	21
10	3	58	28	14	52	0	22	1	45	20
11	4	22	4	15	10	50	22	10	22	19
12	4	45	37	15	29	26	22	18	35	18
13	5	9	5	15	47	47	22	26	22	17
14	5	32	29	16	5	51	22	33	44	16
15	5	55	47	16	23	39	22	40	39	15
16	6	18	58	16	41	9	22	47	10	14
17	6	42	6	16	58	22	22	53	13	13
18	7	5	6	17	15	18	22	58	51	12
19	7	28	0	17	31	54	23	4	3	11
20	7	50	46	17	48	14	23	8	47	10
21	8	13	26	18	4	14	23	13	5	9
22	8	35	58	18	19	57	23	16	56	8
23	8	48	20	18	35	18	23	20	20	7
24	9	20	54	18	50	21	23	23	18	6
25	9	42	41	19	5	4	23	25	45	5
26	10	4	38	19	19	26	23	27	51	4
27	10	26	24	19	33	27	23	29	27	3
28	10	48	2	19	47	7	23	30	35	2
29	11	9	27	20	0	26	23	31	17	1
30	11	30	42	20	13	22	23	31	30	0
	♓ ♍			♒ ♌			♑ ♋			

Pro-

Propositio XXXX.

Descriptam modo radiorum figuram, ad vsum Gnomonicum optatum, in formam instrumenti redigere.

SI in paruo quopiam horologio, parallelos Signorum designare quis velit, sufficiet è figura *prop. præcedenti* descripta radios seruatis debitè interuallis transferre in laminam subtenuem pellucidam, qualis est cornea, vel in chartam oleo, ceraue purissima imbutam, ea tamen charta, seu bractea cornea, tali modo resecetur, vt illi ad alterum latus adhæreat particula à centro B producta, & secundùm lineam E B præsecta, ita vt in charta, seu bractea sit, simul cum radijs Signorum, ipse etiam Æquatoris axis, ad eiusdem radium B A perpendicularis videlicet B E.

Cùm autem maiora fuerint horologia, maiorem etiam conuenit esse figuram radiorum, vt destinato maiori operi idonea esse possit. Tunc itaque è regulis orichalceis, vel etiam ligneis, sed non admodum crassis inuicem consertis fiat instrumentum quale *prop.* 47 & 48 *huius*, ac 27 *lib.* 3 habetur, excepto quòd hic sufficient regulæ aptè, & firmiter inuicem connexæ, absque alijs, quæ ipsius instrumenti circulari motui, vel radij in ipsomet instrumento ambulatorij liberis excursionibus deseruiunt, prout *indicatis locis* dicitur. Itaque in instrumentum simpliciter constructum (si fortè ita simplex magis placeat) transferantur tum Signorum initia, tum si opus fuerit, reliqui etiam gradus, eo modo, quo eodem *lib.* 3 *prop.* 28 dicetur, prætereaque fila tenuissima septem perbenè tensa ab instrumenti centro F educta singulorum Signorum initijs in regula A B (*figuræ eiusdem prop.* 28) cohæreant firmiter colligata, quæ quidem eorundem Signorum radios permanenter referent: sit tamen aliud insuper filum eidem centro F cum reliquis commissum, sed longius, atque ex altera sui parte liberum, vt (cùm opus fuerit) eius vltra regulam A B extensi beneficio possit quilibet radius, ad puncta in partibus horologij remotioribus, notāda produci; neque necesse est hac de re speciale schema condere. Tantùm moneo in horologijs Optico-Gnomonicis (qualia communiter pinguntur in parietibus Soli expositis) non requiri tantæ magnitudinis figuram radiorum, quantæ est mea illa, quem *dicta prop.* 27 *lib.* 3 volo pro horologijs Catoptrico-Gnomonicis, quinque palmorum esse: sed in his de quibus modo ago horologijs radij directi, sufficiet figuræ magnitudo (qua radius Æquatoris tenditur) bipalmaris, vel omnino tripalmaris: sed hæc quilibet per se satis intelliget. Nunc ad ipsum figuræ vsum venio.

Pro-

Propositio XXXXI.

Figuræ radiorum iam constructæ expeditissimum Gnomonicum vsum, ad Signorum arcus, necnon ad alios quoslibet (quorum nota sit declinatio) in quocunque dati horologij Astronomici plano delineandos, tribus solùm traditis præceptis theoreticè exponere.

Figura radiorum Zodiaci refert planum aliquod circuli in Sphæra maximi, ad Æquatorem recti, verbi gratia, Meridiani; vnde & nomen Meridiani mobilis eiusmodi instrumento attribuam *lib. 3 in Apparatu instrumentorum*. Itaque figuræ axis B E (*prop. 39 huius*) refert in plano Meridiani axem Æquatoris; radius autem eiusdem Æquatoris, seu Ariet. & Lib. videlicet B A, est communis sectio plani Æquatoris, & Meridiani; cæteri verò radij aliorum Signorum, sunt sectiones communes plani Meridiani, & conicarum superficierum, quas *per 15 primi huius*, Solis in quolibet Signo existentis radius circa Æquatoris axem, ad verticem Gnomonis describit: cum enim Meridianus, à vertice per axem secet huiusmodi conicas superficies, earundem in plano ipsius Meridiani sectiones, sunt necessariò lineæ rectæ, *per doctrinam Conicorum Apollon.* tales verò sunt in dicta nostra figura lineæ B D, B P &c.

Non solùm autem hæc figura refert planum eius Meridiani, qui respectu cuiuslibet loci propriè Meridianus dicitur: sed etiam cæterorum omnium plana perinde refert; qui quodammodo Meridiani nomine censentur, qui videlicet per Æquatoris polos incedunt, quales sunt omnes horarij à meridie, & à med. nocte: quoad hoc enim omnium huiusmodi circulorum eadem penitus est ratio. Quapropter quando dicta figura, lineæ cuilibet horariæ in horologio Astronomico, debito postea dicendo modo applicata fuerit; tunc quidem referet illum ipsum in particulari Meridianum, cuius ea linea sectio est communis cum horologij plano: vnde quia tunc eius Meridiani vicem geret figura, respectu talis horariæ lineæ; optimè eidem communicabit in communi contactu puncta conuenientia radiorum quos defert.

Erit verò ipsa figura debito modo applicata tali cuiuis horariæ lineæ, si collocata in plano horologij, talem respectu eiusdem lineæ situm seruet iacens, qualem habere intelligitur, erecta in situ naturali, dum scilicet ipsius centrum vertici Gnomonis cohæret, & axis axi Æquatoris congruit. quod equidem in praxi erit facillimum, & *tribus sequentibus propositionibus* absoluetur. Sed ad rationem theoreticam necessarium esse duxi, hic priùs insinuare quomodo ad tria omnino capita reuocentur cuncta horologia Astronomica, quod attinet ad propositam parallelorum delineationem

vt

vt ita tribus ſolùm præceptis (quæ mox dabo) totum hoc negotium perfici poſſe oſtendam.

Aſtronomica itaque horologia quælibet ita ſe habent, vt ad eorum plana, ſimulque horarias lineas rectus ſit, vel inclinatus, vel certè ijſdem æquidiſtet axis Æquatoris, ſimiliterque axis figuræ radiorum, qui in hac parallelorum delineatione vices illius gerit. Quod cùm ita ſit; tria poſſunt horologium Aſtron. genera diſtingui: & primum quidem eſt eorum quibus Æquatoris axis æquidiſtat, qualia ſunt Polare, Meridianum, & alia omnia, quæ circulo cuiuis maximo per Æquatoris polos incedenti æquidiſtant. In ſecundo verò genere eſt horologium Æquinoctiale, cui ſoli dictus axis ad angulos rectos inſiſtit. Sub tertio denique continentur cætera, quæcunque eum axem obliquè ſecant, videlicet (in Sphæra ſaltem obliqua) Horizontale, Verticale, declinans, inclinatum (dummodo ita ſit inclinatum, vt nec Æquatori, nec circulo horæ ſextæ æquidiſtet) item inclinatum ſimulque declinans, ita tamen vt nulli per Æquatoris polos incedenti circulo maximo parallelum ſit, qualia ſunt omnia inclinata, & declinantia, quæ centrum horarium habent; vt ita ſimul dicam, quo certo indicio hæc ab alijs, quæ in primo genere ſunt, diſtinguantur. Hinc iam eruuntur tria ſequentia præcepta pro delineatione arcuum Zodiaci vniuerſaliſſimè in quocunque Aſtronomici horologij plano.

Primum eſt. In horologijs Polari, Meridiano, alijſque ſimilibus Æquatoris axi æquidiſtantibus, puncta par quæ deſignandi ſunt arcus Signorum, in cuiuſlibet datæ horæ Aſtronomicæ linea indicabit figura radiorum, ſi hæc illi ita applicetur, vt ſimul radius Æquatoris figuræ, cum linea Æquinoctiali, quæ in horologio eſt, copuletur: & centrum eiuſdem figuræ tanto interuallo ab ea linea horaria diſtet, quanto ab eadem Gnomonis verticem diſtare compertum fuerit.

Secundum eſt. In horologio Æquinoctiali, puncta per quæ deſignandi ſunt arcus Signorum in cuiuſlibet datæ horæ Aſtromicæ linea, indicabit figura radiorum, ſi hæc illi ita applicetur, vt radius quidem Æquatoris figuræ, parallelus ſit eidem lineæ horariæ; centrum verò eiuſdem figuræ diſtet à centro horologij, tanto interuallo, quanto, ab eodem centro diſſitus eſt ſtyli vertex.

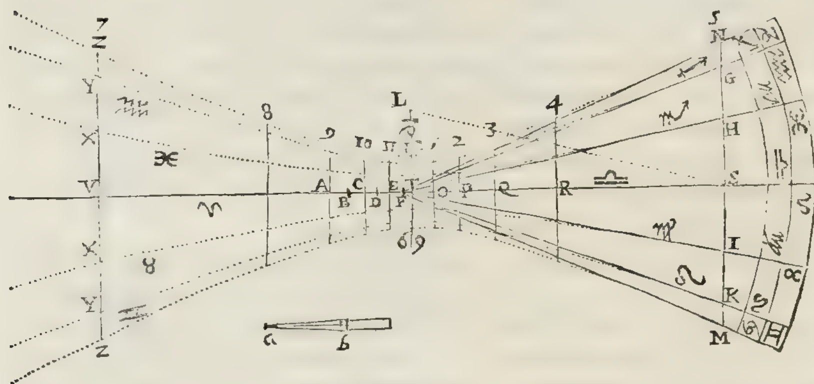
Tertium denique ſic ſe habet. In quocunque horologio axem Æquatoris obliquè ſecante, vt Horizontali, Verticali, &c. (quemadmodum paulò antè dictum eſt) puncta per quæ deſignandi ſunt arcus Signorum, in cuiuſlibet datæ horæ Aſtronomicæ linea; indicabit figura radiorum, ſi hæc illi ita applicetur, vt ipſius centrum tanto interuallo diſtet ab horologij centro, quanto ſtyli verticem ab eodem diſtare conſtat: & ſimul axis talem, cum ea horaria linea, angulum efficiat iacens qualem cum eadem efficere intelligitur in proprio naturali ſitu eleuatus.

Hæc porro, quæ *tota iſta prop.* theoreticè dicta ſunt, commodiùs ſimul cum conueniente praxi demonſtrabuntur *ſequent. propoſitionibus.*

Propositio XXXXII.

Arcus Signorum Zodiaci in dati cuiusuis Astronomici horologij plano, quod circulo alicui maximo per Æquatoris polos transeunti æquidistet, delineare.

SIt horologium Astron. Polare *per 32 huius* constructum, quod quidem solum hic in exemplum propono, volens de cæteris huic similibus, seruata proportione, intelligi dictum quicquid de eo dixero. Sint autem in



linea Æquinoctiali, horaria puncta T, O, P, Q, R, S; itaut per T quidem transeat Meridiana; per O, linea horæ 1 à meridie; & per P, horæ 2; & per Q, 3; per R, 4; ac demum per S, 5. Quibus positis abscindatur à loco styli T versùs L, Meridianæ portio TL æqualis longitudini dati styli *a b*, ac deinde collocato in S immobili pede circini, alius mobilis pes in L extendatur; hocque interuallo, ex eodem S, in linea Æquinoctiali signet vltra T notam F; ita ex R, sumpto interuallo R L, imprimendum est eidem Æquinoctiali punctum E; necnon punctum D, ex Q, sumpto priùs interuallo Q L; & ita de reliquis vsque ad punctum A, quod ex T, sumpto interuallo T L, signabit: cadet autem necessariò A, nisi error intercesserit, in punctum horæ 9 à media nocte. Atque hac arte puncta sex in lineæ Æquinoctiali parte orientali consequemur, quibus sigillatim applicato centro figuræ radiorum, & radio Æquatoris cum linea Æquinoctiali prorsus conueniente, cæteri radij puncta Signorum in singulis à meridie horarijs lineis indicabunt hoc modo.

Sit in exemplum linea horæ 5 à meridie, punctis distinguenda Signorum. Collocato centro figuræ in F, ipsam figuram ita dispono in plano horologij, vt radius Æquatoris lineæ Æquinoctiali V S, inter F, & S, perfectè

ctè congruat: & ſtatim video lineam horæ 5 ſecari à radio quidem Æquatoris in S, in quo & ſecat eam linea Æquinoctialis; à radio autem ♋ in M, atque à radio ♑ in N, necnon ab alijs intermedijs in G, H, I, K, punctis quæ etiam impreſſis diligenter notulis obſigno: mox verò eadem ſigillatim ex puncto S aperto circino accepta transfero in lineam horæ 7 à media nocte, ex puncto ſcilicet V, hincinde versùs Z, & Z, hoc ordine. Sumpto interuallo S N, ſiue S M (ſunt enim æqualia) in linea horæ 5 abſcindo ipſi S N æqualem V Z hincinde à puncto V, ad vtranque partem lineæ horæ 7; ita ſumpto interuallo S G, abſcindo ipſi S G æqualem V Y hincinde; ac demum ſumpto interuallo S H, abſcindo V X: & ſic in duabus æqualiter à meridie diſtantibus horarijs lineis eadem opera obtinui puncta Signorum. Similia verò puncta in linea horæ 4 à meridie obtinebo ſi radio Æquatoris à linea Æquinoctiali minimè recedente, figuræ radiorom centrum collocauero in puncto E; tunc enim radij eodem modo ſecabunt dictam horæ 4 lineam, quo priùs lineam horæ 5 ſecabant; ego verò puncta interſectionum diligenter notata, & beneficio circini ex puncto R ſigillatim ſumpta transferam in vtranque partem lineæ horæ 8 à media nocte: & ita de alijs donec ad Meridianam lineam venerim; in qua etiam puncta Signorum conſequar collocato figuræ centro in A.

Cùm verò lineæ omnes horariæ fuerint hac arte punctis inſignitæ Signorum, ipſos eorundem arcus dabunt lineæ quædam inflexæ per omnia ad vnum quodlibet Signum pertinentia puncta, continuo, & ſine angulis flexu deductæ, beneficio regulæ incuruatæ, atque ad ea omnia puncta conuenienter accommodatæ: de quo regulæ genere vide *præfationem noſtram ad Apparatum Inſtrumentorum libro 3 poſt propoſitionem* 20. Quod ſi aliquando inter duas horarias lineas; atque adeo inter duo eiuſdem Signi puncta in eis notata, maius interceſſerit ſpatium quàm par ſit, vt arcus inter ea contenti curuitas conueniens certò obtineri poſſit; opto præter lineas integrarum horarum, interponi lineam ſemihoræ, vel aliam æquiualentem, & in ea, ſicut in alijs dictum eſt, ſeruata proportione, puncta eorundem Signorum diligenter notari, vt horum punctorum indicio curuitas arcus, ductu certiori, fideliter dirigatur.

Monitum pro horologijs ad Horizontem inclinatis, ſed ad Æquatorem rectis.

SIcut in hoc Polari horologio punctum L in linea Meridiana ſumitur, ita in omnibus alijs horologijs, quibus axis Æquatoris æquidiſtat, ſumendum eſt ſimile punctum L in linea propria illius plani Meridiana, ſeu in linea ſtyli, quæ videlicet per locum ſtyli tranſit ad Æquinoctialem perpendicularis, ſiue illa ſit linea cuiuſdam horæ, ſiue non: quomodo autem ea linea ſit inuenienda, habetur *prop. 26 huius*. Quòd autem ad breuia-

rium, ac expeditiorem, fortaſſe etiam certiorem, operationis modum, puncta Signorum in linea M N primùm inuenta, circino transtuli in lineam Z Z, ac ſimiliter ex alijs in alias ipſis pares, & pari à Meridiana interuallo diſſitas; locum etiam habet in quibuſlibet horologijs Polari, vt dictum eſt, ſimilibus: ſed in illis lineæ illæ tantùm cenſentur inter ſe, quoad hoc, ſimilitudinem habere, quæ à linea ſtyli hincinde æquali diſtantia abſunt. Si verò, vt in aliquibus contingit, nullæ ſint in eis horariæ lineæ, quæ diſtantias habeant à linea ſtyli, æquales; erit equidem neceſſariò tunc applicanda ſingulis, figura radiorum, notatis tamen priùs, pro loco centri figuræ, punctis in linea Æquinoctiali; qualia hìc notata ſunt, F, E, D, C, B, A, non ſolùm ex vna parte lineæ ſtyli, ſed etiam ex altera pro alijs nimirum lineis horarijs; itaut cuilibet ab alijs diuerſæ lineæ, diuerſum huius generis punctum reſpondeat in linea Æquinoctiali.

Demonſtratio.

Connectatur L S, & triangulum T S L ſuper immota baſi T S erigatur donec plano horologij orthogonaliter inſiſtat. Quoniam igitur T eſt locus ſtyli, & T L facta eſt eidem ſtylo æqualis, erit L vertex ſtyli.

SEPTENTRIO.



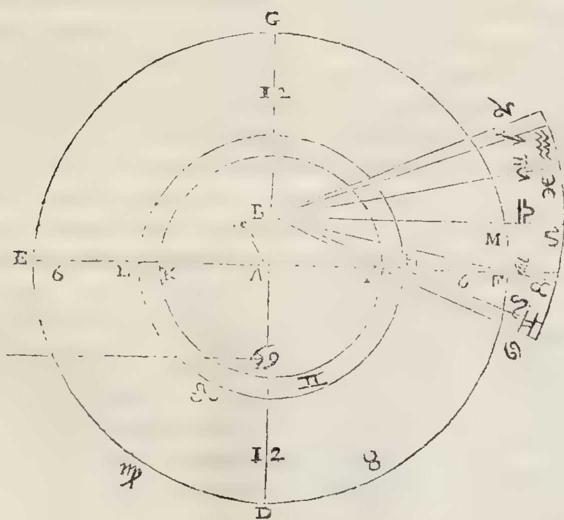
AVSTER.

Deinde figuræ radiorum triangulum M N F, ſuper immota recta M N, ita eleuetur ex parte centri F, vt ipſum F, ſeu centrum figuræ, cum L vertice ſtyli coniungatur, & recta F S cum S L ipſi *per conſtructionem* æquali conueniat. Quia igitur ſtyli vertex L centrum Sphæræ eſſe intelligitur; lineam verò M N ſuppono eſſe communem plani horologij, & circuli horæ 5 à merid. ſectionem; erit nunc ex dictis *præcedent. propoſ.* figura radiorum in ſitu dicti circuli horarij, & earum (de quibus etiam dixi ibidem) ſuperficierum conicarum Cancri, Leonis, &c. Igitur radij figuræ ſic erectæ, lineam horariam M N in iiſdem punctis ſecant, in quibus eam ſecarent,

rent, similes radij Signorum in illo ipso circulo distincti, seu in quibus eam velut in plano illius circuli existentem secarent illæ ipsæ Signorum superficies; Quia verò radij figuræ, tum dicto *in descriptione* modo ac situ iacentis, tum hic *in demonstratione* erectæ, perinde in ijsdem punctis eam lineam horariam secant; sequitur ea esse legitima Signorum puncta in ea linea. De alijs autem lineis eadem est ratio. Translatio verò punctorum ab vna linea in aliam, ex altera horologij parte illi similem non eget demonstratione. Igitur linea curua per quælibet ad vnum Signum pertinentia puncta, seu figuræ radiorum applicatione, seu translatione inuenta, in singulis horarijs lineis, est legitima illius Signi conica sectio in plano horologij; & consequenter arcus Signorum Zodiaci in horologio Astron. Polari (necnon eadem opera, seruata tamen proportione, in alijs, vt dictum est, similibus) rectè delineauimus; quod fuit demonstrandum.

Propositio XXXXIII.

Arcus Signorum Zodiaci in dati cuiusuis Astronomici horologij plano, quod circulo Æquatori parallelum sit, delineare.



ESto dati horologij Astron. Æquinoctialis *per 31 huius* constructi linea Meridiana DG; & linea horæ 6 à merid. & à media nocte EF, secans Meridianam in A centro, & loco styli. Abscindatur AB dictæ Meridianæ

 portio

portio æqualis ipsi stylo : & puncto B aptetur centrum figuræ radiorum; ipsa autem figura ita disponatur iacens in plano horologij, vt radius Æquatoris B M æquidistet lineæ horæ 6 A F; sic enim radius ♉ & ♍, siue is qui proximus est ab Æquatoris radio, eandem A F secabit vt in F; vt alter sequens radius ♊,& ♌, eandem secabit vt in H; ac denique vltimus, qui est ♋, in I. Itaque pro arcubus Signorum, ex A tanquam centro, interuallo autem A F, describatur circulus F G E D ; & interuallo A H alter similiter describatur circulus H L, ac tantem tertius I K vtrique concentricus interuallo A I. Characteres verò Signorum circulis descriptis apponantur, vt in schemate ostenditur; in quo quia facies horologij superior, boream spectans, exhibetur, Signa borealia continentur : in facie autem inferiori, designatis pari modo parallelelis inscribi debent Signorum australium characteres. ♈ tamen, & ♎ in hoc plano (saltem quoad ipsorum initia) locum non habent; quia radius Æquatoris, vt est B M, ipsi æquidistat, nec vllatenus illud secare potest :

Demonstratio.

Concipiatur triangulum F A B, cum tota simul radiorum figura, moueri super immota recta F A donec dorologij plano insistat orthogonaliter; eo enim motu fiet, vt figuræ segmento F♋I, sub dictum planum subsidente, tota reliqua figura supra illudmet eleuetur : in eo autem situ orthogonali secabit ipsum planum, eritque communis vtriusque sectio recta A F, radio Æquatoris B M parallela; à reliquis autem Signorum, videlicet borealium, radijs secta in punctis F H I. Nunc autem si hoc modo erecta, atque in proprio naturali situ existens figura intelligatur circumduci, circa immotum axem A B; equidem radius Æquatoris B M ad ipsum perpendicularis describet superficiem Æquatoris planã *iuxta prop.* 14 *primi huius:* cæteri verò radij ad eundem axem inclinati describent eo motu singuli conicas, ad styli verticem B superficies *iuxta* 15 *eiusdẽ:* hæ verò superficies conicæ planum ipsum horologij, vtpote æquidistans basibus ipsarum, videlicet parallelis Signorum, ita secabunt, vt *per* 4 *prop.* 1 *Apoll.* earundem sectiones in horologio sint circuli, & quidem per puncta F H I incedentes, centrum autem habentes in axe B A, videlicet in puncto A. Igitur arcus Signorum Zod. in horologij Astronom. Æquin. plano rectè delineauimus ; quod fuit demonstrandum.

Pro-

Propositio XXXXIIII.

Arcus Signorum Zodiaci in dati cuiusuis Astronomici horologij plano, quod circulo cuicunque maximo Æquatorem quomodolibet obliquè secanti æquidistet, delineare.

HIc complector omnia tertij generis horologia Astronomica, quæ *prop.* 41 enumeraui, è quibus omnibus vnum assumo in exemplum, videlicet Horizontale *per* 35 *huius* constructum; in quo sit horarium centrum A; locus styli R, eiusdemque longitudo R C; linea Æquinoctialis P K P secans Meridianam AB in K: sint etiam reliquæ horariæ lineæ hinc-inde dispositæ, & Æquinoctialem secantes in punctis L, M, N, O, P, vt in schemate cernitur. Fiat R C in plano horologij secans quidem Meridianam in R, æqualis autem stylo; deinde ex A tanquam centro, interuallo autem A C, describatur circulus, vel eius arcus aliquis à puncto C versùs Q, secans Meridianam in I: mox iuncta K C erit radius Æquatoris (sic enim semper eam nominauimus in descriptione huiusmodi horologiorum circino autem aperto sumatur interuallum K C, eique in linea Meridiana, æqualis portio abscindatur K B; atque ex B sic inuento puncto sumenda sunt ope circini interualla singula inter ipsum B, & puncta L, M, N, O, P: eadem porro interualla sigillatim tranferenda sunt à dictis singulis punctis L, M, N, &c. respectiuè in circulum paulò antè ex A centro per C descriptum; atque iis interuallis, puncta in eodem circulo notanda sunt D, E, F, &c. hoc ordine. Sumpto interuallo B L, ex L signetur D in circulo; & sumpto interuallo B M, ex M signetur E; pariterque F ex N; G ex O; ac tandem H ex P.

Inuentis hoc modo punctis istis in dicto circulo, facillimè inueniemus puncta Signorum in singulis horariis lineis, verbi gratia, in linea horæ 9 à media nocte, sic. Quia dicta linea Æquinoctialem secat in N, & ad interuallum B N ex eodem N facta est in circulo nota F; ideo in puncto F collocandum est centrum figuræ radiorum, vt eorundem sectiones, id est puncta Signorum, in dicta horaria (quæ est A S N T) inueniri possint.

Non tamen sufficit centrum figuræ in debita tum à centro A, tum à puncto N distantia collocasse; sed insuper axis figuræ per ipsum A transire debet, sicut per illudmet transit axis Æquatoris; vel, quod in idem recidit, debet radius Æquatoris (qui est in figura ipsa radiorum) ita disponi, vt transeat per punctum N, in quo, vt iam dixi, Æquinoctialem (quæ in horologio est) secat nostra hæc linea horaria: debitè autem collocato axe figuræ, vel radio Æquatoris simul cum centro, cæteri radij hoc ipso etiam rectè dispositi sunt respectu eius lineæ horariæ: quare diligenter notanda sũt

puncta

puncta, in quibus tunc illi eam ſecuerint; vt ſunt puncta T, V, X, Y, Z, S.

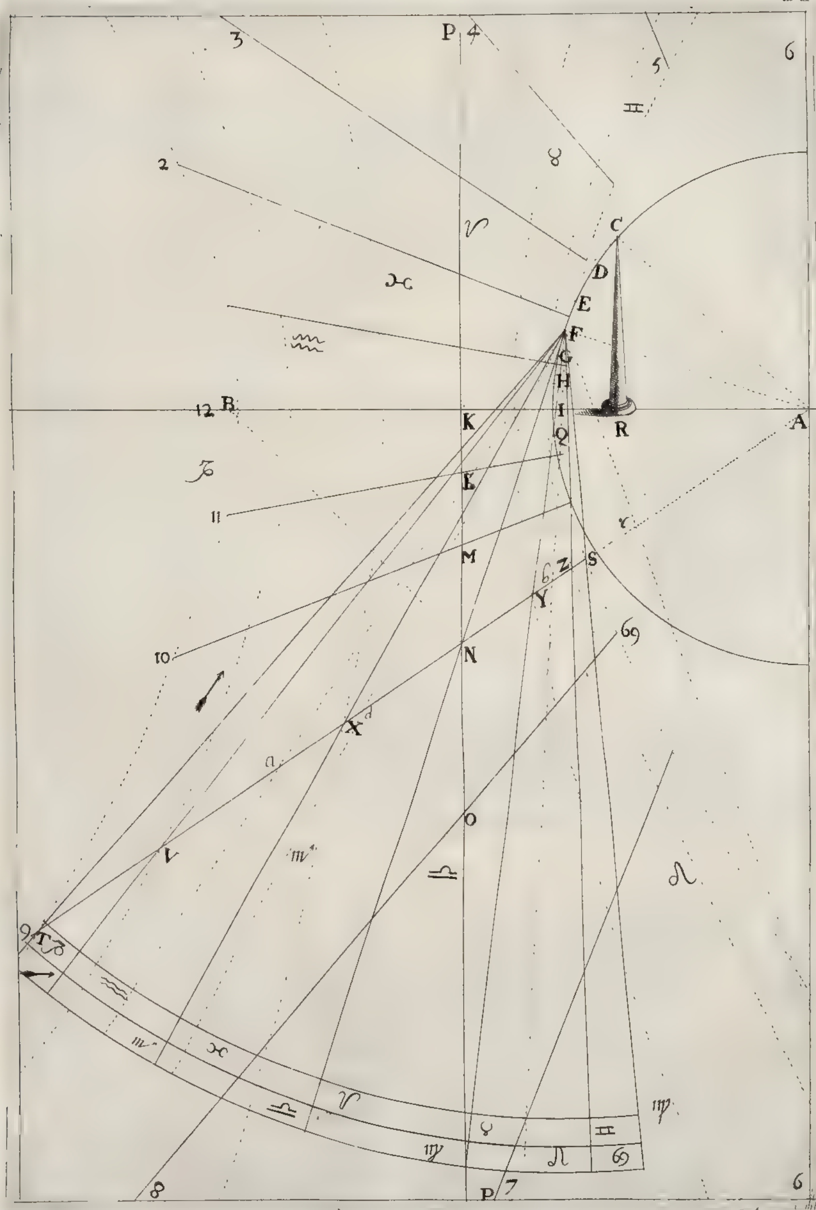
Simili opera, in quauis alia horaria linea, ſua Signorum puncta diſtinguentur; in Meridiana quidem collocato figuræ centro in C, radio Æquatoris per K tranſeunte, axe autem per A; item in linea horæ vndecimo à media nocte collocato centro figuræ in D, & radio Æquatoris tranſeunte per L, axe autem per A; item in linea horæ 10, collocato dicto centro in E, & radio Æquatoris tranſeunte per M, axe autem ſemper per A: & ita de alijs, donec ad lineam horæ 6 veniatur, in qua etiam ſic inuenientur puncta Signorum. Centrum figuræ radiorum collocetur in I, quo puncto, *ex conſtructione* Meridianam ſecat circulus ex A deſcriptus; axis verò figuræ copuletur cum eadem Meridiana, & ex I per A tranſeat; ſic enim radius Æquatoris ipſius figuræ, æquidiſtabit lineæ Æquinoctiali horologij quæ eſt P K P, & ſoli radij Signorum borealium lineam horæ 6 ſecabunt.

Tandem in linea horæ 5 ſimilia puncta ſic inuenientur. Abſcindatur arcus I Q, arcui I H æqualis, & centrum figuræ collocetur in Q, axis verò eiuſdem tranſeat vt priùs per centrum A, & lineam horæ 5 à media nocte ſecabunt radij eorum Signorum quorum arcus ſemidiurnus eſt horarum 7, vel ampliùs. Ita arcui I G alter ex parte Q abſcindi poſſet æqualis, vt in eodem circulo punctum proprium ſignaretur, ſicut ſignatum eſt Q, ſi fortè in ea regione, ad quam conſtruitur horologium, arcus ſemidiurnus alicuius Signi eſſet horarum ſaltem octo, cuius proinde punctum in linea horæ 4 à media nocte quæreretur.

Supereſt iam puncta hæc omnia Signorum in lineis horarijs à media nocte ſic inuenta, in ſimiles horarias à meridie transferre: transferentur autem optimè ſumptis ope circini interuallis, quæ ſunt inter centrum A, & ſingula ea puncta in ſingulis lineis: nam ad ſingula interualla, ex eodem centro A, notæ imprimi poſſunt in alijs reſpondentibus lineis, quæ ſcilicet à Meridiana æqualiter diſtant, ita vt horæ 11 à media nocte puncta transferantur in 1 à merid. puncta 10 in 2; & 9 in 3: & ſic de alijs. Denique punctis Signorum accuratè, vt dictum eſt, ſignatis, eorundem Signorum arcus, ductu regulæ conuenienter incuruatæ deſignare licet per eadem puncta, ſicut in ſimili factum eſt *prop.* 42.

Suadeo tamen etiam hìc, ſicut & dicta *prop.* 42 inſinuaui inter lineas horarias interponi lineam ſemihoræ, vel aliam æquiualentem, quando puncta vnius Signi in duabus horarijs notata, ita à ſe inuicem diſtant, vt periculum ſit erroris in incuruanda conuenienter regula, atque adeo in arcu debitæ curuitatis deſignando: ſed ſufficiat monuiſſe, cùm nulla ſit, quoad hoc, ſpecialis in praxi difficultas; quo enim modo lineis horarijs, eodem ſemihorarijs, vt ſic dicam, alijſque æquiualentibus applicanda eſt figura radiorum, nec de hoc neceſſe eſt proprium ſchema condere:

Mo-



P
4
3
5
6
2
C
D
E
F
G
H
12
B
I
K
Q
R
A
L
11
M
Z
S
Y
10
N
X
O
V
9
T
8
P
7
6

Monitum pro horologijs declinantibus, tum rectis ad Horizontem, tum inclinatis ad eundem.

IN horologijs ad Horizontem ſiue rectis, ſiue inclinatis, dummodo ad Meridianum rectis; nihil eſt quod ſpecialiter in arcuum Signorum delineatione obſeruari debeat præter hactenus dicta in horologio Horizontali, quod in exemplum propoſui; eadem enim methodo, in eorum omnium lineis horarijs quærenda ſunt puncta Signorum. At in horologijs, quæ à Meridiano declinant, ſiue alias recta ſint ad Horizontem, ſiue inclinata; nonnihil eſt quod obſeruetur (ſicut in ſimili obſeruandum eſſe monebam *prop.* 42.) propter eam ipſam rationem, quam ibidem attigi; quia videlicet linea Meridiana plani declinantis, ſiue alias ad Horizontem recti, ſiue inclinati propria, non eſt eadem cum Meridiana loci.

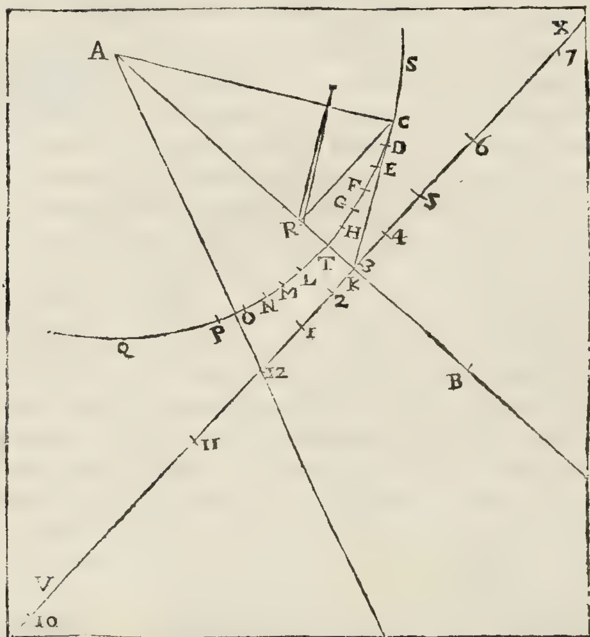
Itaque hoc eſt obſeruandum, vt punctum B, quod *hac prop.* ſumendum dixi in linea Meridiana A K; ſemper ſumatnr in linea, quæ eſt communis ſectio plani horologij, & circuli maximi ad ipſum, atque ad Æquatorem recti, ſiue illa ſit eadem cum Meridiana loci) vt in horologio Horizontali, & alijs ad Meridianum rectis) ſiue ab ea diſtinguatur; vt in omnibus quomodocunque declinantibus neceſſariò accidit. Quapropter in horologijs declinantibus tum ad Horizontem rectis, tum inclinatis, punctum B ſumendum erit in linea ſtyli, hæc enim, *ex aliàs ſæpe dictis*, eſt ſectio plani horologij, & circuli maximi ad ipſum, atque ad Æquatorem recti; vnde etiam *ex dictis prop.* 27, in quocunque horologio recta eſt ad Æquinoctialem lineam. Atque hac ſolùm obſeruatione facta, methodus iſta noſtra locum habet tam in horologijs declinantibus, quàm in Horizontali. Ne tamen in praxi difficultas aliqua Tyroni relinquatur, totum negotium ſic breuiter explico.

Sit in horologio ad occaſum declinante à meridie; à Zenith autem inclinato ad plagam, quæ inter ortum & ſeptentrionem eſt *per prop.* 38 conſtructo, centrum horarium A; Meridiana loci A 12; linea ſtyli A B; & eandem in K orthogonaliter ſecans Æquinoctialis V X, annotata habens puncta horaria, & proprios eiſdem aſcriptos numeros.

Inueniatur, vt priùs, punctum C tanquam ſtyli in plano iacentis, atque ad Meridianam eidem plano propriam recti, vertex; deinde ex A centro per C deſcribatur circulus, ſiue eius arcus S C Q, lineam ſtyli ſecans in T. Sumpto autem interuallo K C, abſcindatur K B ipſi æqualis in linea ſtyli: eritque B punctum, ex quo ſumenda ſunt interualla ſingula, ſecundùm quæ à ſingulis horarijs in Æquinoctiali notatis punctis, ſecetur arcus S Q; hoc modo & ordine. Collocato circini pede immobili in 2, alter eiuſdem pes primùm extendatur in B, ac deinde conuerſus ad arcum S Q, ad partes T S, eundem ſeçet in D; ita collocato pede immobili in 1, alter primùm

extenſus

extensus in B, & inde conuersus in arcum S Q, illum ex 1, interuallo 1 B, secet in E. & sic de alijs horarijs punctis, 12, 11, 10 in Æquinoctiali à puncto K versùs V contentis, quibus respondentia in arcu Q S puncta, debent signari in ea eiusdem portione, quæ est à T versùs S: Nam pro punctis horarijs, quæ sunt in eadem Æquinoctiali à puncto K versùs X, vt 3, 4, 5, 6, &c. respondentia iisdem in arcu Q S puncta debent signari in altera eius portione, quæ est à puncto T versùs Q. Vt sunt L, M, N, O, P.



Cætera fiant sicut in horologio Horizontali; cùm nullum inter huiusmodi horologia sit discrimen, nisi quatenus horæ inchoantur à Meridiana loci, non autem a Meridiana plani propria; vnde fit, vt interualla horaria in lineæ Æquinoctialis parte K V non sint æqualia residuis, quæ sunt in eiusdem parte K X; nisi fortè contingeret lineam styli, seu punctum eius K, in punctum aliquod horarium, vel præcisè semihorarium cadere; quo quidem casu sufficeret, sicut in Horizontali horologio, puncta D, E, F, &c. in alterutro arcu T S, vel V Q, signasse. Sed de industria tale exemplum posui, in quo punctum K distat, & quidem inæqualiter, a punctis horariis hincinde, vt hac occasione dicerem modum inueniendi in arcu T Q puncta L, M, N, &c. pro punctis horariis, quæ sunt in Æquinoctialis parte K X, quando eorum interualla non sunt æqualia interuallis punctorum horariorum, quæ sunt in residua parte K V.

Quod si quis laborem non refugiens vellet occultè designare lineas horarias

rarias plano huic proprias, prout ſcilicet (ex aliàs dictis præſertim *prop.* 28 *huius*) illud eſt quoddam planum Horizontale ; videret nullam eſſe huius plani ab Horizontali noſtro antea in exemplum adducto differentiam, quod attinet ad Signorum delineationem ex noſtra methodo, quæ lineas horarias huiuſmodi Aſtronomicas ſupponit, non prout horarias, ſed ſolùm prout ſectiones circulorum, quos figura noſtra radiorum pro ſitus diuerſitate repræſentare poteſt, quales ſunt omnes, ac ſoli maximi ad Æquatorem recti ; nihil autem intereſt, quoad Signorum delineationem, ſintne 11 circuli, horarum loci, vel ſemihorarum, vel quadrantum, &c. diſtinctiores, dummodo eorum in plano horologij ſectiones, punctis Signorum, ex præſcripta lege, debitè inſigniantur.

Demonſtratio.

DElineationem arcuum Signorum in horologio Horizontali expoſitam demonſtrabo, ſed poterit Lector demonſtrationem ipſam extendere ad alias ſimiles in planis alijs (quæ dixi eſſe huic quoad ad hoc ſimilia) delineationes.

Itaque (in Schemate horologij Horizontalis) erigatur triangulum A K C ſuper immota baſi A K, vt ad angulos rectos ſit cum plano horologij. Quoniam igitur A eſt centrum horologij repræſentans polum Antarcticum *per* 19 *huius* ; C autem ſtyli vertex, centrum Sphæræ eſt, *per* 11 *primi* ; erit recta A C in ſitu axis Æquatoris ; recta verò C K ad ipſam perpendicularis, erit communis ſectio eiuſdem Æquatoris, & Meridiani.

Deinde connectatur N B, & triangulum N K B, ſuper immota N K, moueatur donec latus K B, rectæ K C *per conſtructionem* æquale, eidem copuletur ; & B in C cadat : ſic erit totum triangulum in plano Æquatoris ; quia, vt dictum eſt, K C eſt ſectio communis Meridiani, & Æquatoris ; recta autem P K P (cuius portio eſt N K) eſt communis ſectio eiuſdem Æquatoris, & plani horologij. Et quia in N ſe communiter ſecant, vt ſupponitur, dicta Æquinoctialis, & linea horæ 9 à media nocte A T ; ſequitur dictam N B, in dicto ſitu trianguli N K B eleuati, eſſe communem ſectionem Aequatoris & circuli maximi, qui horam à media nocte nonam terminat.

Eleuetur demum ſuper immota baſi A T triangulum A T F, & in tali ſitu collocetur, vt centrum figuræ radiorum in ipſo triangulo delineatæ, videlicet F, ſit in vertice ſtyli C ; & dicti trianguli latus A F, id eſt axis figuræ radiorum, cum axe A C conueniat ; & N F radius Aequatoris figuræ, cum N B latere trianguli N K B antea eleuati coniungatur : hæc enim omnia facilè ſibi conuenient, quia recta A F æqualis eſt rectæ A C *per conſtructionem*, cùm ſint ambæ ſemidiametri eiuſdem circuli ; recta autem N F, eſt etiam *per conſtructionem* æqualis ipſi N B. Quia verò recta A T eſt communis ſectio plani horologij, & circuli horæ 9 à media nocte C verò ſtyli apex ; (cui iam coniunctum eſt F,) eſt centrum Sphæræ ; erit dictum trian-

gulum in plano, & situ circuli dictæ horæ nonæ.

Ex hoc autem trianguli situ iam patet fideliter impletum fuisse in praxi, quod *in fine prop.* 41, præcipiebatur, videlicet 1 figuræ rad. in horologij plano iacentis centrum, in F puncto circuli per C ex A centro descripti,

collocatum, tanto interuallo distare ab horologij centro quod est A, quanto ab eodem distat styli erecti vertex C. Et secundò eiusdem figuræ axem A F, talem cum horaria A T, angulum constituere, dum figura in plano horologii iacet; qualem dum est in situ naturali eleuata: clarum enim est hìc constituere eundem, qui est angulus F A T. Quia verò radii Signorum Zodiaci in eodem triangulo distincti secant rectam A T, in punctis T, V, X, N, &c. sequitur hæc eadem esse puncta Signorum in linea horæ 9 à media nocte, per quæ eorundem Signorum arcus simul, ac per alia in reliquis horariis lineis inuenta similiter puncta, delineandi sunt.

Igitur arcus Signorum Zodiaci in plano horologii Horizontalis, pariterque in aliis omnibus quæ circulo cuiuis maximo Aequatorem obliquè secanti æquidistant, rectè delineauimus; quod fuit demonstrandum.

Pro-

Propositio XXXXV.

Arcus diurnos, quorum nota sit declinatio, præsertim arcus horarum 14, & 10; item horarum 18, & 6; dato cuiuis horologio Astronomico inscribere.

HOrum arcuum delineandorum artem similem, seu potius eandem cum ea qua vsus sum in arcuum Signorum delineatione *præcedent. propos.* hìc annecto, ea præsertim de causa, quia arcubus quibusdam diurnis vti volo, ad horarum ab ortu, & ab occasu, atque etiam Inæqualium communium descriptione; huic enim, praxi fidelissima, necnon vniuersalissima, in quocunque horologij situ, optimè deseruire possunt arcus illi horarij quos iam assignaui horarum videlicet 14, & 10, &c. licet aliàs optimum etiam vsum, & iucundissimum habeant ex se ipsis tum hi, tum alij similes arcus; quatenus (vmbra quolibet die in ipsos cadente) statim demonstrant, quot horas dies hic contineat. Venio igitur ad eorum delineationem.

In figura radiorum Zod. descripta superius *prop. 39*, in gradibus arcus C A D numeretur nota declinatio arcus diurni cuiuscunque propositi à puncto quidem A versùs C, si est borealis declinatio; si verò sit australis, ab eodem A versùs D; & per finem numerationis, à centro B ducatur linea recta similis radijs Signorum, siue inter ipsos, siue etiam vltra ipsos, prout quantitas declinationis postulauerit. Exempli causa, in tabella arcuum horarum 10, & horarum 14 (quam hic subiicio pro diuersis eleuationibus) deprehendo declinationem arcus horarum 10, esse australem, & sub eleuatione poli graduum 42, complecti gradus 16 minut. 2; declinationem verò arcus horarum 14 (vbi eadem est poli eleuatio) esse quidem illi alteri æqualem, sed esse borealem; hinc est, vt in arcu C A D, ab A tum versùs D, tum versùs C numerem gradus 16, cum 2 min. quorum numeratio compleatur, verbi gratia, in punctis X, X, hinc quidem pro arcu horarum 14, inde autem pro arcu horarum 10. Ad vtrunque autem punctum X à centro B geminas rectas B X delineo tanquam radios eorum punctorum Eclipticæ, in quibus cùm fuerit Sol, diem efficiet horarum hinc quatuordecim inde 10.

Simili modo pro arcubus diurnis horarum 18, & horarum 6, numerandi sunt declinationis gradus pro isto quidem ab A versùs D, imò vltra, vsque in Y, verbi gratia; pro illo autem ab eodem A versùs C, atque etiam vltra, cùm id postulet quantitas declinationis, quam indicat tabella altera, pro huius etiam vtriusque arcus declinatione ad varias poli eleuationes, hìc apposita. Itaque facto vtrinque puncto Y, geminæ rectæ vt priùs B Y, & iterum B Y delineandæ sunt, tanquam radij eorum Eclipticæ punctorum;

Declinatio arcuum diurnorum horarum 14, & 10; itemque horarum 18, & 6, ad poli eleuationes annotatas.

Eleuationes polares.	Arcus horarum 14 declinationem habet borealem. Arcus horarum 10 declinationem habet Australem. G.	M.	Arcus horarum 18 declinationem habet borealem. Arcus horarum 6 declinationem habet australem. G.	M.
35	20	17	45	2
36	19	36	44	1
37	18	57	43	0
38	18	20	41	59
39	17	44	40	59
40	17	9	40	0
41	16	35	39	1
42	16	2	38	2
43	15	31	37	6
44	15	0	36	10
45	14	31	35	15
46	14	2	34	20
47	13	34	33	26
48	13	7	32	32
49	12	41	31	39
50	12	15	30	46
51	11	50	29	54
52	11	26	29	2
53	11	3	28	11
54	10	41	27	20
55	10	20	26	30



in quibus si Sol existeret, diem efficeret hinc horarum 18, inde 6. Licet autem in his nostris regionibus Sol nunquam efficiat diem horarum 18, neque etiam horarum tantùm 6; nihilominus vbi est maior poli supra Horizontem eleuatio, tales dies imò etiam longiores illo, & breuiores isto efficit, quod satis patet ex obliquitate Sphæræ, siquidem arcus diurnus Cancri longior est quàm horarum 18, & Caprioorni è contrà breuior est quàm horarum 6; vbi eleuatio poli est grad. 60.

Vsus radiorum pro dictis arcubus, cùm cæteris Signorum Zodiaci radijs, in eadem figura delineatorum facillimus est, ex dictis hactenus de vsu radiorum Signorum: qua enim arte isti deseruiunt ad inuenienda in lineis horarijs puncta, per quæ arcus Signorum describendi sunt; eadem illi deseruiunt ad inuenienda simul, ac semel in ijsdem lineis horarijs alia puncta, per quæ arcus isti nostri diurni designari debent.

Exempli causa *propos.* 44 *præcedente* dum in linea horæ 9 notantur puncta Signorum, videlicet in communibus lineæ horariæ AT, & singulorum radiorum in figura pro Signis contentorum; simul ac semel notanda sunt puncta arcuum horariorum in communibus eiusdem lineæ AT, & radiorum, pro ijsdem arcubus in eadem figura iam descriptorum, vt pro arcu horarum 14, punctum *b* ex parte Signorum borealium in concursu lineæ horariæ & radij *b*F; atque eodem modo pro arcu horarum decem ex parre opposita inter Signa australia notandum est punctum *a* in concursu eiusdem horariæ, & radij *a*F, & similiter in alijs horarijs lineis. Item pro arcu horarum 18 notandum est punctum *c* ex parte Signorum borealium in concursu eiusdem horariæ AT & radij F*c*. Et ita de alijs. In quo nulla est noua difficultas, cùm arcus diurni, sicut & arcus Signorum sint perinde paralleli Æquatoris; quare neque est hìc noua vlla adhibenda demonstratio.

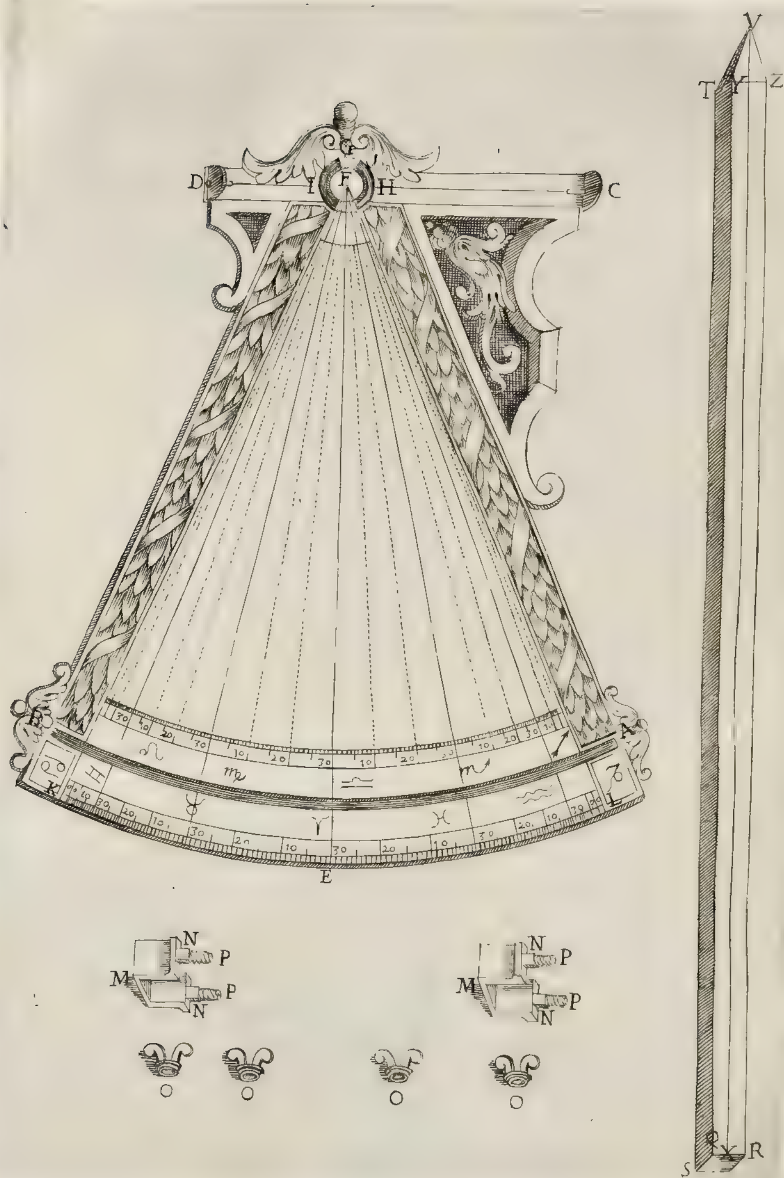


Propoſitio XXXXVI.

Arcus circulorum Latitudinum, ſeu parallelorum regionum, aut ciuitatum, vel aliorum inſignium locorum, in quolibet horologio Aſtronomico deſcribere.

HI circuli, ſeu paralleli non differunt à parallelis Signorum, cùm vtrique pariter Æquatori æquidiſtent, quemadmodum & arcus diurni, de quibus *immediatè præcedente prop.* actum eſt. Imò paralleli Signorum, paralleli etiam ſunt earum omnium regionum, ſeu ciuitatum, per quarum Zenith incedunt; ac proinde vtrorunque in horologijs deſcribendorum eadem eſt omnino ratio, ſicut & dixi de arcubus diurnis. Horum igitur omnium circulorum, vel cuiuſlibet ipſorum arcus, eodem prorſus modo ſunt deſcribendi, quo arcus, verbi gratia, Cancri, vel Tauri. Et ad hoc ſolùm neceſſe eſt, vt ipſorum radij, iuxta cuiuſlibet declinationem ſiue auſtralem, ſiue borealem in figura radiorum (de qua *prop.* 39) deſignati priùs fuerint, numeratis in arcu C A D gradibus cuiuſque declinationi debitis. Hos autem gradus addiſcere licet vel ex tabulis Latitudinum locorum apud Geographos, vel etiam ex Globo, aut Mappa Geographica, numerando nimirum gradus quibus locus aliquis propoſitus diſtat ab Æquatore in Globo ſeu Mappa: cùm enim totidem gradibus ab Æquatore diſtare intelligatur parallelus, qui per eiuſdem loci verticem incedit; ſi totidem gradus in figuræ rad. arcu C A D numerauerimus, ab A versùs C, ſeu versùs Cancrum, pro locis ſeptentrionalem habentibus Latitudinem, & pro meridionalem habentibus ab eodem A versùs D, ſeu versùs ♑; & per finem numerationis à centro B lineam rectam duxerimus; habebimus hoc ipſo radium propoſiti paralleli per Zenith propoſiti loci tranſeuntis. Sit pro exemplo Iaua maior apud Indos orientales: nominatiſſima Inſula: quia enim ea ab Æquatore versùs polum Antarcticum in Globo, diſtare cernitur gradibus ferè 10; totidem quoque ab eodem Æquatore diſtare intelligitur parallelus, qui per illius verticem tranſit, eſtque eiuſdem paralleli declinatio auſtralis: vt verò radium eius paralleli in figura rad. deſcribam; numero ab A versùs D, id eſt versùs ♑, gradus 10, & per finem numerationis ex B figuræ centro, educo rectam pro illo optato radio, quo ſic delineato vtar ad puncta paralleli Iauæ maioris in lineis horarijs inuenienda, ſicut & alijs tum Signorum, tum arcuum diurnorum radijs, ad inuenienda ipſis propria puncta vſus ſum *præcedentibus propoſitionibus.* Quemadmodum videre eſt *in figura prop.* 44. vbi ducta recta F *d* pro radio paralleli Iauæ, eaque horariam A T ſecante in *d*; eſt *d* punctum eius paralleli in illa horaria. Nec eſt hìc aliquid, quod ſit præterea demonſtrandum.

Pro-



Propositio XXXXVII.

Figuram radiorum Zodiaci in aliam, præter antea traditam instrumenti formam, qua vno ductu expeditißimè, ac fidelißimè, non modò Signorum, sed etiam regionum parallelos arcus diurnos, &c. in quacunque data superficie, quamuis minimè plana, designare poßis, redigere.

VSus figuræ radiorum Zodiaci hactenus expositus astringitur lineis horarijs Astronomicis, aut certè alijs similibus, quæ videlicet sint sectiones plani horologij, & circulorum maximorum per Æquatoris polos incedentium. Placuit verò alium quoque vsum eiusdem figuræ tradere, horologijs saltem minoribus accommodatum, qui nullas supponat lineas; imò qui easdem inuenire doceat præsertim Astronomicas: supponat verò solummodo, locum styli in horologio datum, simul cum eiusdem longitudine; & notitiam eleuationis poli supra superficiem, in qua designandi sunt Signorum paralleli.

Sed cùm radiorum figuram in simplicem trianguli chartacei, vel cornei, siue etiam lignei, aut orichalcei, addito solùm ad latus axe, reduxerim *prop.* 40, pro vsu illo hactenus exposito; hìc insuper ad nouum propositum vsum addenda sunt alia quædam, vt in primis ea, quæ requiruntur ad circularem instrumenti motum circa proprium axem: deinde radius quidam ambulatorius, cuspidatus, qui motu suo, paralleli arcum describat: necnon ea, quæ ad eiusdem radij conuenientem, id est certam, ac facilem excursionem necessaria sunt. In hunc itaque modum singulæ partes instrumenti suo ordine construentur.

Primò radius ex orichalco ductili optimè cudatur, elimetur, ac læuigetur quadrāgulus (forma parallelepipedi) tres circiter palmos longus, vt SZ; qui quidem talem habeat cum longitudine, crassitiei proportionem, vt à vi deferentis, ac dirigentis (vt postea dicetur) instrumenti, in vsu atque opere nullatenus incuruetur: Præterea in eius aliquo latere plano, vt QZ, diuisis in duas æquales partes, transuersis summitatum lineolis YZ, & QR; per medium ducatur recta XV (quam vocabimus deinceps lineam fiduciæ) in quam præcisè cadere debet cuspis V chalybea; nam ad T Y Z, orichalco particula chalybis optimi copulanda est Y Z V T, ac deinde temperanda, atque exacuenda; ita tamen, vt in eandem planam, vt dixi, lateris QZ, superficiem exæquetur pariter cum orichalco, chalybis YZV superficiecula; nec ex ea parte vnquam admoueatur coticulæ, cùm exacuetur, sed tantummodo ex altera opposita, quæ posteriùs est versùs T, ac etiam ex parte vtriusque lateris T Y V, & Z V; vt semper sit cuspis V in linea fiduciæ, quemadmodum iam dixi.

Secundò geminæ fibulæ vt M, & M, etiam ex orichalco, ferè ſemidigitum latæ, & conuenienter craſſæ elimentur, explanentur, & læuigentur, forma ſaltem interiùs perfectè quadrangulari, atque ita capace, vt radium *num.* 1 deſcriptum ad iuſtam menſuram incluſum amplectantur, & cùm repoſitæ fuerint, atque firmatæ in proprijs ſedibus (de quibus inferiùs *num.* 4) non nimis arctæ, neque nimium laxæ, eundem facili, ac vbique pariter libero lapſu, placidè non ſubſultim excurrentem contineant, regantque, ne huc atque illuc titubanter actus, perturbato motu ductum ſimiliter contortulum delineet. Præterea vtrique fibulæ bini ex ipſamet hinc-inde diſpoſiti in directum adhæreant ſtyli N P, ab radicibus quidem in N quadratuli (quantùm poſtulabit profunditas, permittetque flexus circularium crenarum, de quibus poſtea *num.* 4) deinceps autem vſque in P teretes; ſpirali tamen ſtria conuenienter ſecti, & verſatilia comparia cochlidia O, & O, arripentes.

Tertiò tabella orichalcea (ita conuenienter craſſa, vt in operatione omnino firma ſit, ac minimè flexibilis) optimè explanetur, læuigeturque, tali forma, quali hoc ſchemate exprimitur; tali verò magnitudine, vt radiorum Zodiaci figuram ferè palmarem capere poſſit. Vt verò in eam ipſimet radij Signorum ex figura *prop.* 39. conſtructa conuenienter transferantur, deſcribatur in primis recta C D, tanquam futurus axis inſtrumenti: atque vt circa eam inſtrumẽtum ipſum moueri poſſit, in vtraque eiuſdem extrema parte, videlicet in C, ac in D, emineat paruula in modum ſemicirculi reſecta lamina, affabrè copulata, orthogonalis tum ad planam tabellæ ſuperficiem, tum ad ipſum axem C D, ſecundùm quem etiam ita ſubtiliter dicta vtraque lamina terebranda eſt, vt & ambo foramina ſe ſe mutuò directè reſpiciant, vt per eorum centra eadem axis linea C D examuſſim incedat; ſintque hæc ipſa foramina talis latitudinis, vt geminos tornatiles cardines, (de quibus *num.* 5 dicetur) admodum tenues, velut gemini poli admittant.

Iam verò in eadem recta C D, interuallo ferè ſeſquidigitali ab D, ſumatur F pro centro inſtrumenti, ac deſcribendæ in eo figuræ radiorum, ex quo ad ipſam C D perpendicularis ducatur radius Æquatoris F E, quem in E, id eſt ad oræ maginem ferè extremum, ſecet arcus L K, ex F centro deſcriptus: huic verò alter æqualis diametri arcus in figura radiorum Zodiaci *prop.* 39 conſtructa, deſcribatur ex B eiuſdem centro, ſecans in *d* quidem, verbi gratia, Æquatoris radium, & vtriuſque Tropici in *a*; reliquos verò intermediorum Signorum radios in *b*, & *c*: interualla enim earum ſectionum ex puncto *d* ſigillatim circino aperto ſumpta, eodem transferenda ſunt in inſtrumenti huius arcuum L K hincinde à puncto eius Æquinoctiali E verſùs L, & K.

Imò non tantùm puncta pro Signorum initijs in arcu L K notanda ſunt; ſed velim etiam in eo diſtingui ſingulos Zodiaci gradus, quantùm fieri poterit, ſpectata inſtrumenti magnitudine: facile autem erit ex eadem figura

figura *propositionis* 39 ſingulorum (ſi eos illa habeat) graduum radios initia Signorum excerpere, pariterque in arcum noſtrum L K transferre. Singulis verò graduum punctus hoc modo accuratiſſimè notatis, deſcribantur alij quinque arcus ipſi L K concentrici, interuallis ab inuicem talibus diſſiti, vt conuenienter ſecundùm inſtrumenti magnitudinem diſtinguant interiectis (vt moris eſt) lineolis primò ſingulorum graduum areolas; tum denis quibuſque gradibus reſpondentia interualla duplici ordine, propter duplicem numerorum ordinem; ac denique integris etiam Signis reſpondentia ſpatia, duplici quoque ordine, propter duplicem etiam ordinem characterum Signorum ipſis inſcribendorum: porro radij ad Signorum initia, vel etiam ad graduum decades, inde à centro F integri exarentur.

Volo tamen, vt poſt areolas graduum, numerorum, &c. primi ordinis, relinquatur locus inciſuræ A B, de qua *ſequenti num.* dicam; mox autem poſt inciſuram ſequatur alter graduum, numerorum, & characterum ordo. Denique lineis omnibus, cæteriſque, vt decet, eleganter exaratis, tabella ipſa orichalcea reſecanda eſt ſecundùm arcum L K, & eiuſdem ita cæſæ limbulus ſuperior læuigandus eſt, vt in eo etiam exarentur quaſi reflexæ ſingulæ graduum (qui in arcu L K diſtincti ſunt) lineolæ addito etiam quintarum, ac decimarum, &c. aliquo diſcrimine, quo ad faciliorem numerationem, cùm opus fuerit, dignoſci queant.

Quartò fibulis ſuperiùs num. 2 confici iuſſis, parandæ ſunt conuenientes in inſtrumento ſedes. Itaque ex F centro deſcribatur arcus A B non longè ab extremo tabellæ labro L K, videlicet ſtatim ſub graduum notis, & primo numerorum atque characterum ordine, vt paulò antè dicebam, ac ſecundùm eius ductum ita inſecetur tabella orichalcea, vt vna per omnes Signorum radios regnet arcuatim inciſura tanta latitudine, ac longitudine, vt tranſmiſſis per eam binis, vnius fibulæ, ſtylis N, & N, poſſit fibula ipſa liberè meabilis, ſecumque deferens inſertum radium ambulatorium, aptari ad quemlibet Zodiaci gradum, & contortis à tergo cochlidijs O, & O, in optato ſitu confirmari.

Alteram huic ſimilem, & modo non multùm diſpari meabilem fibulam excipient binæ in I, & H propè centrum F, hincinde diſpoſitæ inciſuræ, etiam ipſæ arcuatim ductæ circa idem centrum F, interuallo quod ſtatim dico; aperto circino ſumatur interuallum, quo in radio ambulatorio linea fiduciæ X V ab vtraque hincinde angulari linea Q Y, & R Z, dirimitur, videlicet interuallum X Q, ſiue X R; & eodem interuallo deſcribatur ex F centro circulus qui interiorem concauum crenulæ vtriuſque circuitum terminet; nam ex *num.* 2 ſuppono internam capacem latitudinem fibulæ ijſdem crenulis committendæ, æqualem eſſe latitudini dicti radij, id eſt toti rectæ Q R, cuius medietatem X Q aſſumpſis in ſemidiametrum deſcripti modò circuli. Externum ambitum crenularum deſignabit alter circulus interiori concentricus, ſed ab eodem tantùm diſtans, quantùm

poſtulat

postulat vtriusque styli N crassities; illorum quippe latitudini commensuranda est crenularum latitudo: earundem verò longitudo tam versùs G, quàm versùs radium Æquatoris F E extendatur, donec fibulam eis creditam sinant, saltem in vtriusque Tropici radium, modò hunc, modò illum sic directè obuerti, vt rectos cum eo angulos efficiat; aliàs enim non posset radius ambulatorius ad Tropicos sisti, nec consequenter eorum conicas sectiones describere.

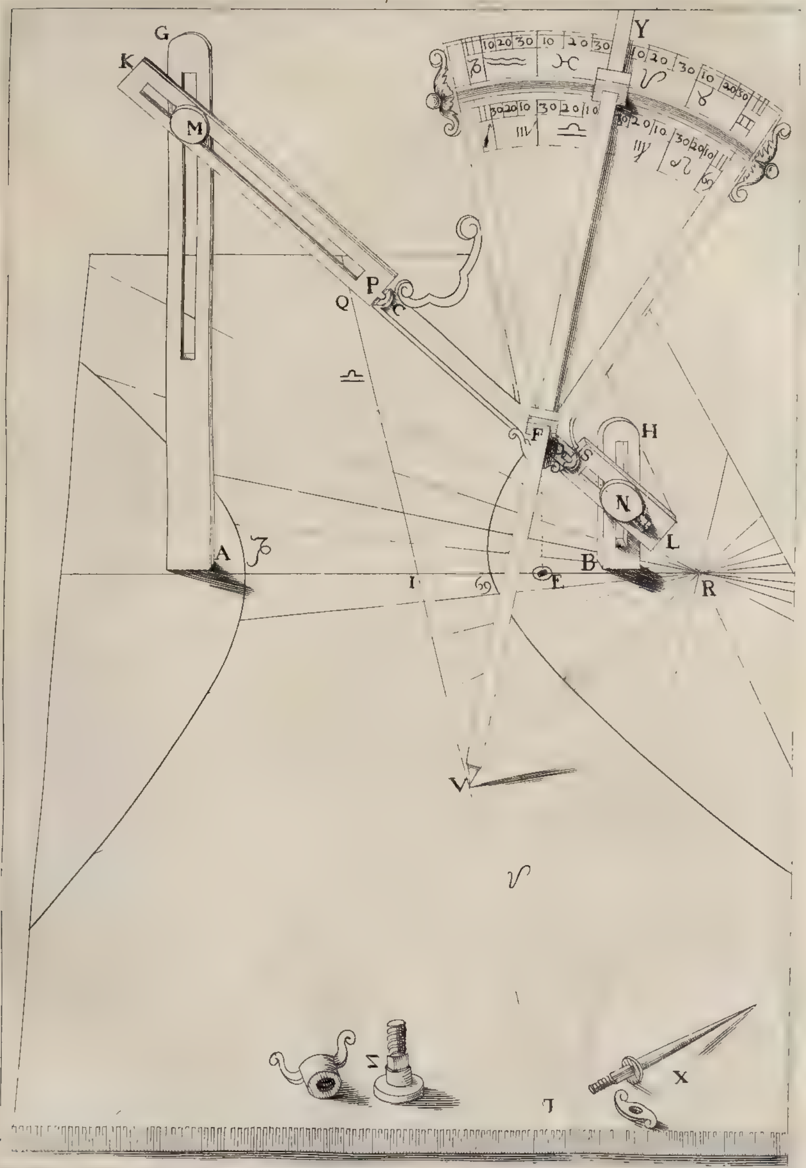
Quintò cardines (quos opto esse ferreos siue chalybeos; ac vt etiam *numero* 3 dicebam, non admodum tenues) circa quos instrumentum circũ voluatur, tali modo disponi conuenit, vt ad varias poli supra data quælibet horologiorum plana, eleuationes, prout occasio tulerit, aptari possint, ac firmi consistere. Ego quidem negotium hoc totum relinquo peritiæ, ac ingenio cuiusque, ratus esse mihi satis si ea solùm, quæ præcipua sunt indicauero: dicam tamen qua arte eos cardines ipse disponam.

In primis igitur geminas è ferro seu chalybe laminas planas K P, & L S ita comparari decet, vt & suus cuique cardo tornatilis prominens adhæreat in P quidem paululum productior, in S (autem breuior) & vtranque pariter penetret longior crena, qua meabilem elicam clauem latiore capitulo instructam vt M, & N excipiat. Huiusmodi clauem elicam seorsim in Z designatam cernis: eius verò quadratam feci eam partem, quæ in regulæ tum A G, tum B H (de qua mox) crenam inditur: & quidem ad mensuram latitudinis ipsius crenæ; idque ne intra eam rotetur dum a tergo torquetur cochleola; sicut è contrà rotundam feci seu cylindricam alteram eiusdem partem, quæ crenæ K P, itemque L S respondet; vt scilicet cardini non solùm adducendo, reducendoue (vt statim dicetur) sed etiam in primis inclinando secundùm poli eleuationem, liberum motum permittat.

Deinde geminas etiam regulas ligneas, antica saltem parte perfectè planas A G, & B H, breuiorem hanc, longiorem illam, in asserem optimè explanatum depactas sic inseri iubeo, vt in eo ad angulos æquales stent firmiter erectæ, & quidem tali modo ad se ipsas versæ, vt vtriusque plana antica superficies; quasi in vno simul ambæ essent plano, regulam rectilineam transuersim vtrique simul applicitam ita contingat, vt eidem penitus coæquetur.

Easdem insuper regulas ita insecari volo, vt à summo ad imum ferè, ductis crenis æquè peruiæ, admittant etiam ipsæ iam dictam vtranque elicam clauem meabilem, contorta, cum opus fuerit, à tergo cochleola constringendam; hac enim arte facilè attollo, vel deprimo vtrunque simul cardinem P, & S, vel alterum tantùm, prout longitudo styli, & poli supra horologij planum eleuatio postulat; eosque si nimium ab inuicem distauerint admoueo; vel remoueo, si proximiores fuerint, quàm exigat longitudo axis C D, simul cum instrumento, ipsis imponendi, atque ad placitum eximendi, ipsis interim cardinibus prorsus immotis, ac inuariatis.

Item


G
K
M
Y
P
Q
C
F
H
S
N
L
A
B
I
E
R
V
X
T

Item hac arte eoſdem (quod ſemper neceſſarium eſt) ad mutuum directum aſpectum perduco, ac demum in debito ſitu collocatos adacta, vt dixi, à tergo clauis elicæ cochleola, confirmo, ne deinceps moueantur, donec perfectum fuerit optatæ delineationis opus; ſi enim aliquando ante finem operis, ex quadam occaſione, velim inſtrumentum ab ipſis cardinibus deponere; axem C D tantulùm moueo versùs cardinem ſuperiorem P, quem in hunc vſum feci altero longiorem, & de induſtria non totum indidi in polum C, vt huic motui axis, aliquantulum ſpatium tribueretur, quantum videlicet ſufficit, vt cardo inferior, ac breuior S, polum D eodem motu recedentem deſerat: cùm enim deſeruit, axe paululum declinato, ac iterum, vt effluat, leui manu attracto, cardinem etiam ſuperiorem P, è polo C eximo.

Sextò delineaturus parallelos Zodiaci, ipſamque lineam Æquinoctialem, ac deinde lineas horarias, in aliqua tabula ænea, vel lapidea, aut ſimili, mobili quidem (vt communiter fiunt horologia minora) ſed poſt completam delineationem collocanda ad Solem in tali, vel tali ſitu, ſiue cum inclinatione, aut declinatione, ſiue non: tabulam illam in aſſere plano (de quo paulò antè dictum eſt) colloco ſub inſtrumento, inter duas erectas regulas A G, & B H; eamque ibidem confirmo, ne moueatur, donec completa fuerit delineatio ſaltem Signorum, mox duo obſeruo.

Primùm eſt, vt punctum F, centrum videlicet inſtrumenti, reſpondeat examuſſim illi puncto loci, in quo poſtmodum futurus eſt vertex ſtyli fixi ad angulos rectos, verbi gratia in E (ipſum verò ſtylum ſeorſim delineatum cernis in X) id vero obtineo aliquo ex præceptis hoc ipſo libro traditis *prop.* 2.

Alterum eſt, vt axis C D, cum ſubiecta horologij ſuperficie plana efficiat angulum polaris ſupra ipſam eleuationis, quam quidem ſuppono mihi eſſe notam; aut ſi eam ignorauero (vt in ſuperficiebus declinantibus, aut inclinatis communiter contingit) eam priùs addiſco, *per aliquam ex propoſitionibus huius libri à* 22 *vſque ad* 29; vel alio modo.

Quod ſi aliquando ſuperficies mihi ad horologium delineandum propoſita fuerit non plana, ſed concaua, aut conuexa, ; tunc ſumo eleuationem polarem ſupra planum, eandem ſuperficiem concauam, aut conuexam contingens in puncto, in quo ſtylus ad angulos vndique rectos erigendus eſt, veluti in E. Itaque polaris eleuationis ſupra horologij planam ſuperficiem, vel ſupra planum eandem, vt dictum eſt, contingens mihi cognitæ angulum deſigno in charta craſſiori, ductis videlicet duabus rectis eum continentibus, deinde chartam ipſam ſecundùm eaſdem rectas accuratè reſeco, reſectam verò ita applico, vt vnum eius latus cum plana horologij ſuperficie, vel cum plano eandem, vt dictum eſt, contingente congruat, ac per E locum ſtyli tranſeat; alterum verò eiuſdem chartæ latus tranſeat per centrum F: ſi enim huic ipſi lateri chartulæ ſic applicito congruat ſimul centrum F, & totus axis C F D, erit hic ſine dubio in de-

bita eleuatione ſupra ſubiectam horologij ſuperficiem.

Septimò inſtrumento hactenus conſtructo, & ſuis iam cardinibus debitè impoſito ſic vti licet. Fibulis in paratas crenas inſertis, radius ambulatorius committatur, tali modo, vt ea eiuſdem facies, in qua exarata eſt linea fiduciæ X V, ſuperficiem planam tabellæ inſtrumenti tangat optimè illi cohærens; cuſpis autem V deorſum in horologium reſpiciat; deinde conuerſis in hanc, vel illam partem fibulis, perducendus eſt ipſe radius ad quemlibet optatum Zodiaci gradum, verbi gratia, ad primum gradum Cancri; tunc verò eum reuera attingere cenſendus eſt, quando linea fiduciæ eundem in limbo reflexo L K (vt dictum eſt num. 3) notatum continget; ac tunc quidem confirmatis in eo ſitu fibulis, & inſtrumento inclinato versùs horologij partem dexteram, vt Q verbi gratia, permittatur ſibimet radius, vt placidè ſuo motu excurrat ad læuam versus V ac T donec eiuſdem horologij planum delibet ſumma cuſpide, mox enim manu dextera eleuante inſtrumentum, ſiniſtra verò, ſi opus eſt, radium repellente, recurret ille paulatim in ſuas fibulas, & cuſpide interim planum continuè ſcalpente, cùm ad maximam inſtrumenti eleuationem ventum fuerit, læuam paralleli Cancri partem integrè deſcripſerit: eiuſdem verò reſiduam partem dexteram deſcribet, conuerſo in læuam inſtrumento, ipſe enim tunc in dexteram excurret. Quod dico de parallelo Cancri, intelligendum eſt de alijs quoruncunque Signorum &c. parallelis; nec eſt quod in iſtis immorer.

Solùm dico, radio ambulatorio ad principium Y ſeu ♎, vt hic videre eſt in Y F V, collocato deſcribi non arcum, ſed *per 19 1 huius* lineam rectam, vt Q V T; ad ipſam verò ſi perpendicularis ducatur per E locum ſtyli; erit hæc, linea ſtyli, ſeu Meridiana iſtius plani propria vt E I, ſecans ipſam Æquinoctialem in I (ſiue ea ſit ſimul Meridiana loci, ſiue non) in qua etiam extenſa inuenietur horologij centrum horarium R, ducta ſecundùm axem C D recta eandem ſecante in R, cùm autem iam habeamus centrum horologij R, ac lineam Æquinoctialem, & ſtyli tum locum E tum longitudinem E F; nullo negotio conſtrui poteſt horologium Aſtronomicum (ſiue aliud quoduis) per ea, quæ de eorum conſtructione habentur hoc ipſo libro. Plurima alia dicere poſſem de vſu huius inſtrumenti, ſed ea facilè colligentur ex dicendis *tum ſequenti prop. tum libro 3, cùm de vſu Meridiani mobilis agetur*.

Demonſtratio.

DEmonſtratio huius propoſitions inde conficitur, quod cùm axis C D in ſitu axis Æquatoris debitè collocatus fuerit reſpectu horologij; & ſimiliter inſtrumenti centrum F collocatum fuerit in ſitu centri Sphæræ, hoc eſt in vertice ſtyli, tabula ipſa inſtrumenti circa cardines, vt ſupponitur, debitè diſpoſitos mota, reſpondeat ſucceſſiuè varijs ac varijs Meridianis

ridianis, ideſt circulis maximis per polos Æquatoris incedentibus eoſdemque tranſeunter repræſentet. Et quia in eadem inſtrumenti tabula, radij ſeu gradus Signorum ſecundùm legitimas eorundem declinationes, diſtincti ſunt, linea fiduciæ in radio ambulatorio exarata, atque ad primum gradum ♋, ſeu ♈, &c. collocata, ac per centrum F, ſeu per ſtyli verticem tranſiens, refert eiuſdem Cancri, & ♈, &c. radium; eadem autem circumducta circa axem CD deſcribit ad verticem F duplicem conum iuxta dicta *propoſ.* 15 *libri primi*; at verò per fibulas, ſimul cum radio commeans ſiue remeans, cuſpidis motu iam ex duobus, vt patet, compoſito, ſectionem coni inferioris in plano deſignat. Eadem eſt ratio de alijs ſimilibus conicis ſectionibus. Cùm autem in Æquinoctiali (vt in ſchemate expreſſum vides) conſtituitur linea fiducialis, ea quidem, motu circa axem CD, deſcribit ſuperficiem Æquatoris planam *per* 14 *primi huius,* at verò *per* 19 *eiuſdem,* cuſpis planum continuè radens deſcribet lineam rectam veluti ſectionem communem duorum planorum, Æquatoris videlicet & horologij. Et ita rectè figuram radiorum Zodiaci in aliam &c. quod fuit &c.

Propoſitio XLVIII.

Eandem figuram radiorum Zodiaci in aliam adhuc inſtrumenti formam, ad quemlibet opati paralleli arcum, in muralibus maioribus horologijs ſiue planis, ſiue non planis deſignandum redigere.

QVatuor, è Nuce, aut Pyro affabrè dedolata, regulæ V X, V N, N M, M X, vnum ferè digitum craſſæ, duos autem latæ, conuenienti longitudine, vt Æquatoris radius FL (de quo poſtea) ſit ſaltem duorum, vel, ſi ita placuerit, trium ferè palmorum; conſertis inuicem capitibus tali arte connectantur, vt in vno æqualiter plano conſiſtant; & quinta regula T vtrique angulum in M facienti, videlicet MX, & MN, optimis ac firmis commiſſuris copulata eundem angulum M, quem ſubtendit, cæteroſque ſimul in eodem ſemper ſtatu contineat, ne qua iniuria violari poſſint. In regula XV diſponantur fibulæ ſeu poli, eo modo, quem latiùs explicabo *libro 3 prop.* 29 & 30; vel faciliùs, & minoribus impenſis *prop.* 52. Centrum eligatur in axe XV, ſitque verbi gratia F: ſed omnia, quæ ſpectant ſiue ad centrum laminula orichalcea muniendum, ſiue ad gradus Zodiaci in regula MN diſtinguendos; fiant accuratè iuxta leges tradendas *lib. 3 prop.* 28: ſed & gradus quadrantis circuli pro polaribus eleuationibus determinandis, quaſi ex centro F deſcripti, notandi ſunt in latere XM, & in ML, videlicet ab X vſque in L, id eſt ab axe vſque ad Æquatorem; ſuppono enim radium Æquatoris FL, regulam NM ſecare in L, à

quo etiam puncto numerorum ordo gradibus aſcriptus exordium ducet. Sed hi gradus quadrantis in dictis regulis deſignandi ſunt, ſeruata proportione, eo modo quem dicam, *eadem prop.* 28; quapropter his nunc prætermiſſis tranſeo ad alia.

Fiat regula K G tres circiter digitos lata, craſſa vnum, cui ad medium longa pateat rima, per quam poſſit clauis elica traijci, & moueri in hanc vel illam partem, prout opus fuerit, ad inſtrumentum, vt mox dicetur, collocandum in debito ſitu: cum eadem regula duæ aliæ ad angulos rectos conſerantur KH, & GI tres quatorue digitos longæ, quibus prope H, & I perforatis committantur ſtyli duo teretes ſe ſe ex aduerſo reſpicientes, quorum vnus in H ſit breuior, alter autem in I paulo longior, ſicut in ſimili dixi *prop. præcedenti numero* 5, atque ob ſimilem cauſam; hi enim duo ſtyli erunt cardines circa quos mouebitur inſtrumentum.

Alia etiam regula E D lata ſimiliter digitos ferè tres habeat ſimilem patentem rimam, per quam eadem paulò antè dicta clauis elica ſurſum, vel deorſum moueri poſſit, vt in debito tandem ſitu vtranque regulam videlicet K G, & E D firmiter copulatam cohibeat contorto à tergo cochli-

dio;

dio; ſed ne forte dum contorquetur cochlidium, clauis ipſa elica gyros agens vim contorquentis deludat, operæ pretium eſt in regula K G ex vtroque latere patentis rimæ incidi quendam veluti canaliculũ, qui ſibi ad iuſtam menſuram commiſſum clauis elicæ capitulum quadratum contineat cohibeatque ſimul clauem, ne vt dixi, vim contorquentis effugiat. Sed & à tergo, cochlidio conſtringenti ſupponere neceſſe eſt, ferream laminam craſſiorem in quam primò cadat vis cochlidij, & eadem mediante cadat etiam in regulam E D (quod pariter intelligendum eſt in alijs ſimilibus) vt dixi, cum altera videlicet K G firmiter conſtringendam.

Regula E D, firmiſſimè committatur, ſeu etiam clauis pluribus copuletur ligneæ moli velut cubicæ C perforatæ, & recipienti clauem aliam elicam habentem à parte inferiori capitulum (vt paulò ante in ſimili dicebam) quadratum; hæc verò eadem clauis deſuper committatur tigillo ſolidiori B A inſecato, & fiſſuram alijs iam antea dictis ſimilem habenti; committatur inquam, & cochlidio deſuper validè contorto firmetur ſimul cum regula D E, ac reliquis eidem, licet mediatè, adhærentibus: ipſe demum tigillus B A, ex parte A firmiter depactus in murum reliqua parte emineat ſupra locum, in quo deſignandum eſt horologium, & ante illum retineat inſtrumentum pendulum, quod modò deſcriptum eſt.

Supereſt inſtrumento ita librato debitum ſitum, futuræ nimirum delineationi conuenientem tribuere, quod quidem in hunc modum præſtare ego ſoleo. Primò. antequam etiam tigillum A B muro committam, ſuppono ſtylum in O verbi gratia fixum; ſed quò rem totam commodius peragam, ita fixum, vt eum poſtmodum amouere poſſim, quod facile eſt multis modis, ſed hoc præcipuè: ſi videlicet ipſe ſtylus extrema ſui parte versùs O ſtriatus ſit in cochleam; cochlidium verò eidem compar ferreum inhæreſcat muro altè implicatum gypſo tenaciſſimo, pandens tamen in ipſa horologij ſuperficie os liberum, cui nimirum lentis conuerſionibus ſtylus inſeratur. Stylo autem ſic inſerto, die, verbi gratia, 28 octobris anni 1645, lucente Sole vmbram, quæ in paratam horologij ſuperficiem cadit, toto tempore, quo in eam cadit, diligenter noto per interualla varia, ſaltem tria, ſcilicet cùm primùm vmbra in eam ſuperficiem cadit, & paulò antè quàm ab ea recedat, atque in medio, alicubi, ſicut dixi *propoſitione 28, & 29 huius libri* & dicam *ſequentis libri prop.* 38.

His ſuppoſitis, & notatis accuratiſſimè ternis, vt dictum eſt, vmbrarum punctis; conſulo Ephemerides, & cognito Solem die 28 octobris ann. 1645, verſari in gradu 5 Scorpi, cum 16 minutis, præter aliqua ſecunda, quæ facilè ſpernere poſſum; in inſtrumento meo Signifero gradum 5 Scorpij (qui neceſſariò eſt inter L & N) cum 16 illis minutis, peculiari nota, delebili tamen, inſignio.

Deinde ſtylo exiſtente in loco ſuo, vt priùs, cùm eius vmbræ, die 28 octobris ſignatis punctis notabantur, duas regulas ligneas (etiam duas arundines, aut ſimile quid obuium) aſſumo, alteram quidem ſtylo per-

fectè

fectè æqualem videlicet à loco eius in superficie horologij, seu ab ore cochlidij O, vsque ad eiusdem verticem (quem intelligo esse in centro globuli, vel stellæ, aut similis vmbrosi latioris, siue iam connexi cum ipsa styli virgula siue postmodum, vt fortè tutius est, addendi) alteram verò longiorem, cuius vnum caput acuminatum applico summo vertici styli, alterum verò non minùs acuminatum applico simul parieti, punctumque contactus in linea Horizontali O S, vel circum circa, noto S; idem autem regulæ caput transfero, deinde in lineam verticalem O Y; aut circum circa, altero capite verticem styli semper contingente, & sic noto punctum contactus vt Y.

His peractis stylum cochlidio O eximo; tigillum autem AB muro, vt priùs dixi, committo, & eidem instrumentum appendo; sed vt illud in debito situ collocem, tria obseruo.

Primum est, vt perpendiculum F Z gradum eleuationis polaris supra Horizontem, ab L versùs V numeratum contingat.

Secundum est, vt filum tenuissimum sericum centro F commissum per notam factam in gradu 5, ac 16 min. Scorpij, eductum ac simul cum conuenienti instrumenti conuersione perductum sigillatim ad terna vmbrarum puncta priùs, vt dictum est, notata, illis omnino conueniat.

Tertium est, vt centrum F sit præcisè in loco in quo priùs erat styli vertex, quod quidem ex eo cognoscetur, si regula illa lignea seu arundo (de qua paulò antè dictum est) stylo æqualis, ex vna parte centro F, ex altera verò ori cochlidij O applicetur: sed hoc non sufficit; debet enim altera regula (de qua etiam simul paulò ante dictum est) puncto S primùm, ac deinde puncto Y, ex vna parte; ex altera verò centro F applicari: si enim centrum F verticibus duarum regularum sic applicatarum optimè congruat, erit præcisè in loco vbi primùm erat, & postmodum etiam reponendus est styli vertex.

At verò cùm tria illa iam explicata debitè conuenerint, videlicet primò gradus eleuationis poli cum perpendiculo FZ; secundò tria vmbrarum puncta cùm filo, à centro F per 5 grad. & 16 min. Scorp. producto; tertiò centrum F cum vertice dictarum regularum, seu (quod idem est) styli; erit instrumentum in debito situ, atque in eo tunc omnia confirmanda, videlicet claues elicæ ambæ in E, & supra C, ac etiam tigillus BA in muro ex parte A, addita etiam si opus fuerit regula aliqua siue fulciente, siue retinente ex parte B. Quod totum relinquo ingenio Horographi. Instrumenti ita dispositi beneficio facillimum est, filo ex centro F educto per Signorum initia in regula M N notata, eorundem arcus in superficie horologij, siue plana, siue non plana designare; modum autem vide clariùs expositum *libro 3 prop.* 46, & 47.

Arcubus autem Signorum, simulque linea Æquinoctiali designatis, imò antequam designentur, instrumento solùm collocato in debito situ, vt dictum est, lineam Meridianam absque vllo Magneticæ acus adminiculo, &

nulla

nullà de nouo facta obſeruatione facillimè, atque certiſſimè inuenire licet, hoc modo; Inſtrumentum, vt priùs, libratum è ſuis polis ita diſponatur, vt perpendiculo F Z perfectè conueniat latus, ab eodem tactum X M, ſeu gradus antea dictæ eleuationis polaris in eo notatus, tunc enim erit inſtrumentum in plano circuli Meridiani; quare ſi in eo ſitu firmiter contineatur, & interim regula rectilinea, vel filum tenue optimè tenſum vt P R duo inſtrumenti latera X M, & V N tangens producatur, donec parietem tangat, erit punctum contactus verbi gratia R vnum punctum lineæ Meridianæ in eo plano; vel ſi filum ex F educatur tangens latus M N, verbi gratia, in L puncto Æquinoctiali & inde productum tangat parietem in Q, erit Q aliud punctum lineæ Meridianæ in eo plano: at verò in ſuperficie plana Verticali, ſufficit alterum è duobus, vel aliud quoduis ſimili modo inuentum; nam tota linea Meridiana inuenietur ſi puncto illi applicetur filum perpendiculi liberè pendentis; linea enim Meridiana ſub filo perpendiculi tunc eſt; ſi verò planum non ſit Verticale, ſed inclinatum, neceſſaria erunt ad lineam Meridianam duo puncta dicto modo inuenta: ſi denique ſuperficies horologij non fuerit plana, neceſſaria ſunt non ſolùm

duo,

duo, ſed etiam tria,& plura puncta ad lineæ Meridianæ, ſicut & ad aliarum quarumcunque deſignationem, vt decet, fidelem.

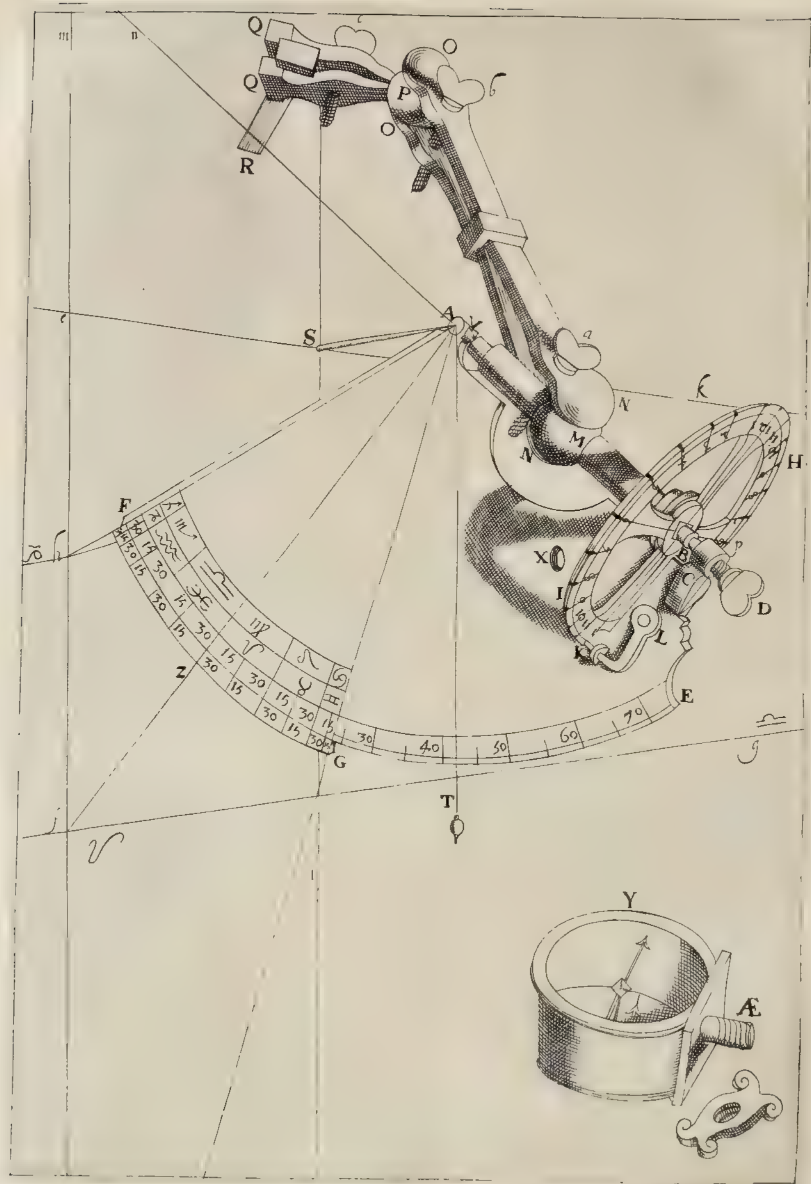
Ego denique huius inſtrumenti ope non ſolùm Zodiaci parallelos, & lineam Meridianam, ſed etiam arcus diurnos quoſlibet, & lineas quaſuis horarias facilè deſcribo; ſed primò pro arcubus diurnis in regula M N diligenter annoto punctum declinationis cuiuſque arcus *ſecundum dicta propoſ. 45 huius*: pro horis verò Aſtronomicis deſignandis inſtrumento adiungo gubernaculum in L, & gubernaculo ſcalam ſemicirculi annecto, modo quem dicam *libro 3 prop. 30, & 33.* Sed & Acum numeratricem, vt dicam etiam *eiuſdem libri prop. 39* optimè colloco in concurſu circuli Meridiani, & Æquatoris, vt in puncto vbi in figura eſt L. Nimirum regulas ligneas aliquot ita diſpono, vt vna ex illis à pariete producta versùs L, ibidemque terminata dictam Acum fixam retineat; ipſa verò ab alijs regulis, & ſuſtentetur, & retineatur in eo ſitu immota: ſed hæc peti poſſunt ex dicta *prop. 39*, ſeruata proportione: licet enim ſitus inſtrumenti non idem ſit ibi, qui hic exhibetur, ſeruata tamen proportione, vtrobique perinde ſe habent omnia; quare hìc non immoror, quia illic hæc ipſa ex profeſſo tractaturus ſum.

Completa delineatione tigillum B A, ſimul cum inſtrumento, & reliqua regularum ſtrue, amoueo; ſtylum verò in os cochlidij O inſero validè contorquens, ita tamen vt vertex eidem penitus loci puncto reſtituatur, in quo priùs erat, cùm tria illa vmbrarum ex eodem cadentium notata ſunt puncta: eidem tamen vertici ſtellam aut globulum, aut ſimile quid adiungo à quo latior magiſque ſenſibilis vmbra procreetur.

Demonſtratio.

Demonſtratio huius propoſitionis eadem eſt, quæ præcedentis; filum enim centro F commiſſum, deinde validè tenſum, & lineam rectam efficiens, vt ſupponitur, ac per Signorum quoſlibet gradus eductum, idem præſtat quod *ſuperiori prop.* linea fiduciæ in radio ambulatorio exarata. Aliunde verò inſtrumentum in debito ſitu collocatum eſſe, fidem faciunt perpenddiculo conueniens gradus eleuationis polaris, & ſitus centri F in vertice ſtyli, ac denique fili per Scorpij grad. 5, ac min. 16 emiſſi, atque cum inſtrumento ad terna puncta vmbrarum perducti concors cum eiſdem contactus: ex his enim ſequitur centrum F cum centro Sphæræ; axem verò X V cum axe Æquatoris conuenire; his autem ſtantibus inſtrumento circa axem X V conuerſo neceſſe eſt ſimul motum radium F L, videlicet Arietis, & Libræ, planam Æquatoris ſuperficiem deſcribere *per 14 primi huius*, reliquos verò aliorum Signorum radios *iuxta dicta prop. 15 eiuſdem* ita moueri, vt motu ſuo deſcribant ſinguli ad verticem F proprios conos. Et quia filum ijſdem radijs debitè applicatum, pro ipſiſmet reputatur; eius ita circumducti contactus cum ſuperficie horologii, ſectionem cuiuſlibet Signi optimè deſignat. Recte igitur figuram radiorũ Zodiaci, &c. quod fuit &c.

Scholium



Q
Q
O
P
O
R
S
A
N
M
N
H
F
X
B
C
I
D
L
K
E
Z
G
T
Y
Æ

Scholium.

EXiſtimaui me Horographiæ Gnomonicæ ſtudioſis rem gratam facturum ſi pro quibuslibet horologijs figuram iam ſæpius dictam radiorum Zodiaci, in aliam adhuc faciliorem, & vt puto, omnium quotquot hactenus excogitatæ ſunt expeditiſſimam, & pulcherrimam inſtrumenti formam redigerem, ac exponerem; id verò picta hac pagella præſtabo magis quàm præceptis ſcripto traditis, inſpecto enim ſolùm ſchemate quiuis artifex modum conficiendi, & Horographus etiam Tyro modum vtendi ſtatim intelliget.

A F E ſit lamina orichalcea optimè explanata, ac læuigata, craſſitiem habens ſufficientem, vt incuruari, aut flecti nequeat; in ea autem ſumpto puncto A tanquam centro deſcribatur circuli quadrans, vel ferè quadrans E F, & in eius aliqua parte extrema, vt G F ſumantur gradus 47 pro figura radiorum Zodiaci, & tropicus quidem Cancri ſit in G, Capricorni verò in F. ac in medio Æquinoctialis, cuius radius A Z. Deinde ad partes E versùs C bellè reſecetur lamina, ac eidem ferrumine argenteo copuletur C *p* orbiculus craſſior directa terebra perforandus, ac deinde immiſſo cochleæ chalybeæ, vt aiunt, maſculo quinis vel ſenis ſtriatæ ſpiræ orbibus inſecandus; huic verò poſtmodum orichalcea compar cochleola D committatur acuminata: quod quidem tali modo fiat, vt axis cochleolæ, eiuſque cuſpidis, ſicut & alterius ex aduerſo cuſpidis in V ferruminatæ, punctum extremum ſit ad amuſſim in ſupradictæ laminæ ſuperficie anteriori, ita vt neque ſupra illam emineat, neque ſub illa versùs poſteriorem ſuperficiem vllatenus deprimatur: præterea ſic agatur, vt linea à centro A in B cuſpidem cochleolæ C D, per cuſpidem V ducta angulum rectum in A efficiat cum radio Æquatoris A Z.

Vtraque iam dicta cuſpide B, & V ſuſtineatur cum ſuo pariter axe V B, orichalcea rota H I, in laminam quidem A F E (recta, & Æquatori A Z æquidiſtante crena in B K ſectam) inſerta, in partes verò æquales 24 pro totidem horis Aſtronomicis diuiſa, & ductis à centro B lineolis diſtincta, & ad ſingulas lineolas tranſuerſis per canthum inciſa crenulis, quæ cùm opus fuerit, immiſſam fibulæ L K cuſpidem excipere queant, & eadem ſic excepta laminam cum rota firmiter in ſtatu optato retinere.

Rotæ axis B V tornatilis globulum ex ſemetipſo habeat M, quem ſicut & alium ſimilem videlicet P anceps ad vtriuſque modulum incauata forceps N N, & O O contortis validè cochleolis *a* & *b* preſſa prehendat, globulo autem P adhærens forceps Q Q, cochleola *c* conſtringente, arcto morſu premat quadrangulum parieti infixum clauum R. Huiuſmodi verò forcipes ad placitum longiores effici, vel multiplicari poſſunt: vtcunque res habeat; illis aptè diſpoſitis pendulum retinebitur inſtrumentum; quod

quidem in hunc modum in ſitu debito componetur.

Cochlea D B, & cuſpide V, torni modo, rotam axemque ſtabili preſſu complectentibus, vertatur ipſa rota donec in horæ 12 denticulum inſecatum mittatur fibula L K, rotamque & laminam eo ſitu inuariato inuicem copulatas contineat; tum laxata paululùm forcipe N N, alijſque (ſi opus fuerit) moueatur cum toto pariter inſtrumento globulus M, itaut primò axis V B conſtituat cum Horizonte angulum eleuationis poli, vel (quod idem eſt) perpendiculum A T gradum eleuationis poli in limbo Z G E à radio Æquatoris A Z versùs E numeratum, verbi gratia, 42 tangat: ac deinde plana laminæ ſuperficies A F E congruat plano circuli Meridiani: quod quidem obtineri poterit varijs modis hactenus traditis, vt dirigente acu Magnetica, quam pyxidicula Y, vt ſolet, incluſam, & Horizonti æquidiſtantem deferet clauulus teres Æ parato in X, vel alibi conuenienti foramini creditus, & vi contorti à tergo cochlidij firmatus.

Cùm hæc duo ſimul conuenerint, videlicet eleuatio axis V B debita; & ſitus laminæ ſub Meridiano; erit inſtrumentum conuenienter diſpoſitum, adeoque cochleolis *a, b, c* adactis firmandum. Tunc verò educto ex A filo tenuiſſimo per planitiem A F E, ac vſque in obuiam parietis ſuperficiem extenſo deſignabitur linea Meridiana vt *hf*: aliarum autem horarum lineæ ſingulæ deſignabuntur pari modo; & ſolùm neceſſe eſt, reſoluta fibula L K, rotaque H I cum ſuo axe V B, manente prorſus immota, laminam A F E ad ſingularum horarum denticulos ducere, & iniecta iterum fibula L K retinere.

Horarijs lineis ſic deſcriptis (vel, ſi commodiùs fuerit, antequam illæ deſcribantur) arcus Signorum Zodiaci delineabuntur ſoluta fibula L K, & lamina circa immotum axem V B circumducta, ac filo educto ex A per ſingulos Signorum in limbo F G notatos radios, vt iam ſæpius inſinuatũ eſt.

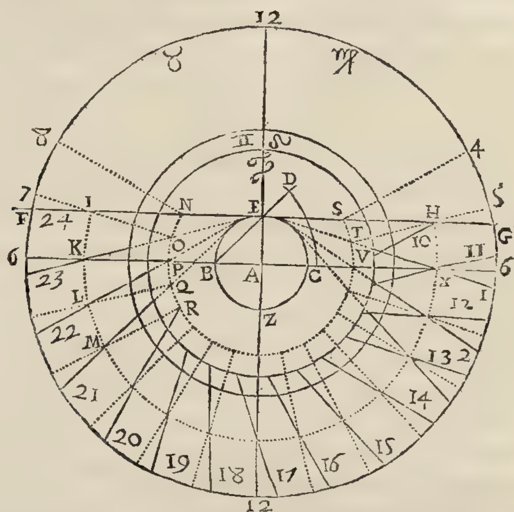
Stylus ita collocandus eſt, vt verticem habeat in A, quod eſt centrum inſtrumenti, atque adeo totius Sphæræ ex ſæpe dictis. Poſito autem quod S A ſit ſtylus, & ille ſit ad parietem rectus; per S, tanquam per eius locum incedet Horizontalis linea vt *e k*, & Verticalis S *i*, quæ erit ſectio plani horologij, & Verticalis ad ipſum recti. Centrum horarium dabit linea axis B A ſurſum versùs *n* producta donec Meridianam ſimiliter versùs *m* productam ſecet. Lineam Æquinoctialem *f g* deſignabit extenſa per radium Æquatoris linea fili A *f* circumducti ſimul cum lamina A F E circa axem B A. Capricorni verò arcum dabit etiam linea fili A *h* ſimiliter circumducti ſed extenſi per radium Capricorni: &c. Quæ quidem omnia iam ſunt in ſuperioribus ſatis demonſtrata.

Pro-

Propoſitio XLIX.

In plano, quod Æquatori parallelum eſt, horas ab ortu, atque etiam ab occaſu delineare.

HOras ab ortu, & ab occaſu ſimul diſtingunt circuli maximi 24, quorum vnus eſt Horizon, Æquatorem quidem ſecantes in ijs punctis in quibus eundem ſecant circuli horarum Aſtronomicarum: parallelos ve-



rò duos, quorum alter eſt omnium ſemper apparentium, alter omnium nunquam apparentium maximus, contingentes in punctis, in quibus eoſdem parallelos ſecant horarum Aſtronomicarum circuli. Huiuſmodi autem circulorum ſectiones in plano Æquinoctiali hac arte facillima, & in praxi tutiſſima deſignare licet. Deſcribatur in primis *per 31 huius* horologium Aſtronomicum Æquinoctiale ſuperius, deinde *per 43 eiuſdem* deſignentur (ſi ita libuerit) circa centrum A paralleli Signorum.

Mox linea Horizontalis F G ſecans ad angulos rectos Meridianam in E deſignetur vel *per 8 huius*, vel certè hoc modo expeditiſſimè. Abſcindatur in linea horæ 6 recta A B ſtylo æqualis, & ex B tanquam centro deſcribatur arcus circuli cuiuſlibet magnitudinis, ſecans eandem horæ 6 lineam in C: in eo autem circuli arcu numerentur gradus eleuationis poli à puncto C versùs D, ſitque finis numerationis D: itaque recta ducta ex B in D ſecabit Meridianam in E, per quod deſignanda eſt dicta Horizontalis F G: quia verò ipſa Horizontalis ſecat lineam horæ 5 à med. nocte in H, verbi gratia, horæ verò 7 à meridie in I, ſi ex A centro deſcribatur circulus per H, & I; erit is arcus diurnus horarum 14 ſecans horas à media nocte in punctis H,

X, &c. & horas à meridie in punctis I, K, &c. pari modo deſcribi poteſt arcus horarum 16; videlicet ex A centro per N, & S, quibus punctis eadem Horizontalis hinc à media nocte quartam, inde octauam à meridie ſecat: hic verò arcus ſecabit 5 à med. nocte in T, & 6 in V, & ſic de alijs: ſeptimam verò à meridie ſecabit in O, & ſextam in P, &c. Præterea ex eodem centro A, interuallo A E deſcribi poteſt circulus E Z, qui erit parallelus omnium ſemper apparentium maximus.

Nunc veniamus ad propoſitarum horarum delineationem. Primò quidem Horizontalis à puncto E versùs G erit linea horæ 24 ab ortu; ab E autem versùs F, horæ 24 ab occaſu. Deinde hora 1 ab ortu, erit recta ducta per T ex X; 2 verò, recta ducta per V & Y; & ſic de alijs. Ex oppoſito 23 ab occaſu, erit recta ducta per O, & K; 22, recta ducta per P & L; & ita de alijs.

Sufficeret quidem ad iſtarum horarum delineationem arcus diurnus horarum 14 per I, & K deſcriptus, ſimul cum parallelo omnium ſemper apparentium maximo videlicet E Z; quia lineæ iſtæ horariæ tangunt omnes hunc parallelum, vt initio propoſitionis dixi, in punctis horarum Aſtronomicarum, vnde per ea dicti paralleli puncta, imò ad ſolum contactum circumferentiæ illius ex punctis K, L, &c. ab vna parte, & ex punctis X, Y, ab altera duci poſſent horæ iſtæ ab ortu, & occaſu, abſque arcu horarum 16, & abſque eius punctis O, P, Q, &c. tamen hunc etiam arcum in deſcriptione addidi, vt eius quoque vſum indicarem, tam pro hoc plano, quàm pro alijs, in quibus fortè non ſemper haberi poteſt parallelus ille ſemper apparentium maximus; addo etiam quòd ſi quis noluerit horas Aſtronomicas integrè deſignare, ſufficiat abundè ſi arcum horarum 14 per H nimirum, & I tranſeuntem diuidat in partes æquales 14; ſimiliterque arcum per N & S tranſeuntem, in partes 16. Numeri apponentur horarijs lineis vt in figura oſtenditur.

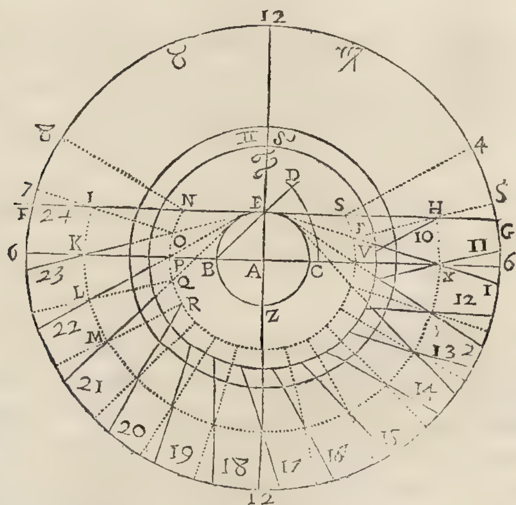
Denique ex hac, iſtiuſmodi horarum, delineatione in plani Æquinoctialis facie ſuperiori, facile intelligitur, quid in ſimilis plani inferiori facie ſit obſeruandum ad ſimiles horas delineandas. Imò ſi lineæ ſingulæ horariæ ſupra Horizontalem F G producerentur, eſſet eadem opera non ſolùm ſuperius horologium, ſed etiam inferius deſcriptum.

Demonſtratio.

ERigatur ſuper immota recta A E triangulum A E B, & conſtituatur ad angulos rectos cum plano horologij. Quia igitur A eſt locus ſtyli, A B autem eſt eius longitudo; erit B eiuſdem vertex, ſeu centrum Sphæræ, & recta A B erit axis Æquatoris. Et quia recta E A eſt portio lineæ Meridianæ; erit ipſum triangulum A E B in plano Meridiani. Quia verò *per conſtructionem* angulus A B E, ſeu C B D eſt angulus eleuationis poli ſupra Horizontem; erit recta B E communis ſectio Meridiani, & Horizontis, ergo

per

per E tanquam per punctum eidem B E, & plano horologij commune incedit linea Horizontalis F G, quæ in hoc plano, vtpote ad Meridianum recto, ex demonstratis *prop. 8 huius*, ad Meridianam lineam perpendicularis esse debet. Iam verò quia dicta Horizontalis horam à media nocte 5 in H, & à meridie 7 secat in I; sequitur parallelum, qui per H, seu I ducitur, esse arcum diurnum, qui incipit à quinta antemeridiana, & completur in 7 pomeridiana; hic verò continet horas 14. Et quia eadem Horizontalis quartam horam matutinam secat in S, octauam autem serotinam in N; sequitur propter similem rationem ab S in N duci arcum horarum 16. Et quia per E ductus circulus E Z Horizontalem tangit in E, sequitur eum esse parallelum semper apparentium maximum. Cùm itaque horæ ab ortu, atque ab occasu sint *ex dictis prop. 3 primi huius* inuicem æquales, sicut & horæ Astronomicæ; sequitur eas simul cum Astronomicis in toto vnius

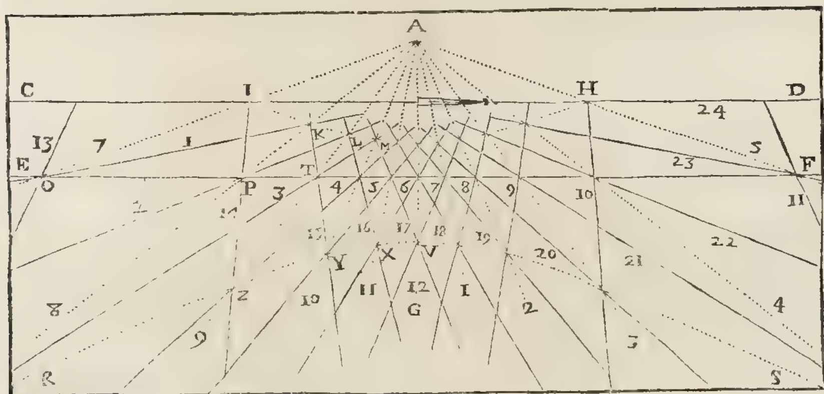


diei arcu conuenire, si in puncto Horizontis siue ortiuo, siue occiduo conueniant; conueniunt autem manifestè in punctis H, & I, per quæ dictus arcus horarum 14 transit: quæ ratio etiam valet in arcu horarum 16 per S, & N transeunte. Igitur rectæ per singula horaria puncta huius vtriusque arcus sub linea Horizontali sumpta, vel per singula puncta arcus horarum 14, & per contactum peripheriæ paralleli omnium semper apparentium maximi E Z ductæ, sunt lineæ horarum hinc ab ortu, vt E G, T X, V Y, &c. inde ab occasu vt E F, O K, P L &c. Igitur horas tum ab ortu, tum ab occasu in plano Æquinoctiali rectè delineauimus quod fuit demonstrandum.

Propositio L.

Horas ab ortu, nec non ab occasu in quouis alio horologij Astronomici plano, delineare.

PRopositionem præcedentem pro plano Æquinoctiali tradidi separatim ab hac, quam modo trado pro cæteris quibuscunque planis, propter discrimen nonnullum, quod inter ea plana est; quatenus *per 43 huius* in plano Æquinoctiali designari nequit arcus horarum 12, qui est idem cum linea Æquinoctiali: in cæteris autem omnibus designari potest: At



istius ope, addito solùm arcu horarum 14, atque etiam horarum 10; mira facilitate horæ ab ortu, & ab occasu in quibuslibet planis designantur per ea dictorum arcuum puncta, in quibus se communiter horæ Astronomicæ, atque horæ ab ortu, & occasu intersecant: quæ quidem puncta pro singulis arcubus, singulis subiectis tabellis indicantur; Cùm autem pro omnibus huiusmodi horologijs sit lex ista vniuersalissima in solo Verticali horologio exemplum pono.

Sit horologium Verticale Astronomicum, aliquo ex modis *prop.* 34 traditis constructum, cuius horarium centrum A, Meridiana AG, Horizontalis CD, Æquinoct. EF, simul cum lineis horarijs ab centro A prodeuntibus, quamuis necesse non sit eas supra Horizontalem extendere; sint etiã in eodem horologio descripti, *per 45 huius*, diurnus arcus horarum 10 IMH, & arcus horarum 14 RVS, licet non integer; sufficit autem puncta solùm notare in quibus illi horas Astronomicas secant, ego autem eosdem proprijs lineis hìc designaui, vt magis appareant.

Notatis itaque diligenter ijs punctis in quibus tum dicti arcus, tum linea Æquinoctialis EF horas Astronomicas secant; recurro ad tabellas infrà descriptas, & in eisdem quæro, cum qua hora Astronomica arcum horarum

10, &

10, & cum qua arcum horarum 12, (ideſt, vt dixi, lineam Æquinoctialem) ſecet linea horæ primæ ab ortu (vt ab iſta incipiam) & video ab ea ſecari arcum hor. 10 ſimul cum hora à med. nocte 8, vt in puncto K; arcum vero horarum 12, ſimul cum 7 à media nocte, cuius interſectionis punctum notatur O; igitur per K, & O duco lineam horæ primæ ab ortu.

Ita 2 ab ortu horam duco per P & L; quia in prima tabella video ab hora 2 ab ortu ſecari arcum horarum 10, ſimul cum 9 à media nocte videlicet in puncto L; cum octaua autem etiam à media nocte ſecari arcum horarum 12, videlicet in P,

Ita etiam tertiæ horæ ab ortu lineam deſcribo per puncta T M, quia ex prima tabella addiſco huius horæ 3 lineam ſecare arcum hor. 10, ſimul cum hora à med. nocte 10; hoc eſt in puncto notato M: & arcum horarum 12, ſimul cum nona à media nocte ideſt in puncto notato T, arcum verò horarum 14 (in puncto quod extra noſtram figuram eſt) ſimul cum hora 8 à media nocte: & ſic de alijs ſimiliter deſignandis per eorundem arcuum puncta conſequentia: quod facile erit, etiam abſque alio interato recurſu ad tabellas.

Quod dictum eſt de horis ab ortu, nullo negotio applicatur horis ab occaſu: nam decimatertia, verbi gratia, deſignatur per O, & punctum ar- arcus horarum 14 (quod vt iam dixi eſt in linea horæ 8 à media nocte extra figuram) quia ſecunda tabella indicat ab illa ſecari arcum horarum 12, ſimul cum hora 7 à media nocte; ideſt in puncto O; & tertia tabella arcum horarum 14, ſimul cum octaua à media nocte. Ita decimaquarta per puncta I, P, Z deſignanda eſt; quia ex tabellarum indicio compertum eſt ab hac decimaquarta ſecari arcum hor. decem ſimul cum ſeptima à media nocte, vt in I; & arcum horar. 12, ſimul cum octaua à media nocte videlicet in puncto P; ac denique arcum horarum 14 in Z, ideſt ſimul cum nona à media nocte. Et ita de alijs deſignandis pari modo per puncta ſibimet in ſingulis dictis arcubus conſequenter reſpondentia.

Demonſtrationē hìc ſubtexere non eſt neceſſe, tum quia arcus iſti diurni debito modo deſcripti, ſatis euidenter indicant puncta iſtarum ab ortu videlicet, & ab occaſu in lineis horarijs Aſtronomicis; tum quia ea ipſa, quæ dicta ſunt *hac prop.* facilè intelligi poſſunt *ex dictis prop. ſuperiori*; cùm enim ſimilibus arcubus diurnis vtraque innitatur eadem neceſſariò eſt vtriuſque ratio, ſeruata proportione.



Horæ

Tabula tripartita horarum ab ortu, & occasu quæ Astronomicas interſecant in annotatis arcubus diurnis.

In arcu diurno horarum 10.		
ab ortu	à media nocte.	ab occaſu
24	7	14
1	8	15
2	9	16
3	10	17
4	11	18
5	12	19
	à meridie.	
6	1	20
7	2	21
8	3	22
9	4	23
10	5	24

In arcu diurno horarum 12.		
ab ortu	à media nocte.	ab occaſu
24	6	12
1	7	13
2	8	14
3	9	15
4	10	16
5	11	17
6	12	18
	à meridie.	
7	1	19
8	2	20
9	3	21
10	4	22
11	5	23
12	6	24

In ortu diurno horarum 14.		
ab ortu	à media nocte.	ab occaſu
24	5	10
1	6	11
2	7	12
3	8	13
4	9	14
5	10	15
6	11	16
7	12	17
	à meridie.	
8	1	18
9	2	19
10	3	20
11	4	21
12	5	22
13	6	23
14	7	24

Pro-

Propoſitio LI.

Horas Inæquales communes, quæ videlicet arcus diurnos quoſlibet in partes duodecim inuicem æquales, & nocturnos etiam quoslibet, in partes duodecim ſimiliter inuicem æquales diſtinguunt, in plano quod Æquatori parallelum eſt, delineare.

SIt planum Æquinoctiale, in cuius ſuperiori facie polum Arcticum reſpiciente circa centrum A deſcriptis per *prop.* 43 *huius* Signorum parallelis vt ♍ C F B G, & ♋ K I D H, vel alijs duobus concentricis circulis, licet ad Signorum initia non pertinentibus, linea Horizontalis F E G deſignata ſit (vt *prop.* 49 habetur) hæc enim ex prædictis circulis, ſeu Signorum, ſeu alijs reſecabit arcus diurnos vt F C G, & I K H, eoſque diſtinguet à nocturnis F B G & I D H; facta autem diſtinctione illa arcuum diurnorum à nocturnis; duobus modus facillimè deſignari poſſunt optatæ iſtæ horæ Inæquales, quas alij dicunt Antiquæ.

Primus modus eſt, ſi vtrunque iam dictum arcum diurnum diuidamus in 12 partes æquales, notatis diuiſionum punctis hinc H, L, N, &c. inde G, M, O, &c. nam initio facto ab Horizontalis portione H G, quæ duodecimam nocturnam terminat, & primam diurnam inchoat, ſingula in vtroque ſimul arcu ſumpta puncta ſingulis horis deſeruiunt: vnde ſi ex L in M recta ducatur; erit hæc linea horæ primæ Inæqualis completæ; ſecundæ

autem

autem recta per N & O similiter ducta; & sic de alijs.

Alter modus est, si arcum diurnum FCG, in partes 12 æquales, vt priùs, diuidamus notatis punctis G, M, O, &c. & nocturnum eiusdem paralleli arcum videlicet FBG in 12 etiam partes æquales diuidamus, notatis etiam punctis F, P, Q. &c. si enim opposita, duorum arcuum puncta lineis rectis connectamus, habebimus, eadem opera, hinc quidem diurnas, inde verò nocturnas horas Inæquales: nam recta per M & P ducta, erit hinc prima diurna, inde nocturna etiam prima; recta autem per O & Q ducta, vtrique secundæ deseruiet, videlicet nocturnæ & diurnæ; & ita de alijs. Imò hoc modo horas Inæquales pro vtraque plani Æquinoctialis facie, superiori videlicet & inferiori designabimus. Siquidem arcus FBG cum alijs pari modo ab Horizontali FEG, resectis, qui nocturni sunt in facie plani polum Arcticum respiciente, seu superiori; sunt in inferiori id est polum Antarcticum respiciente, diurni.

Demonstratio.

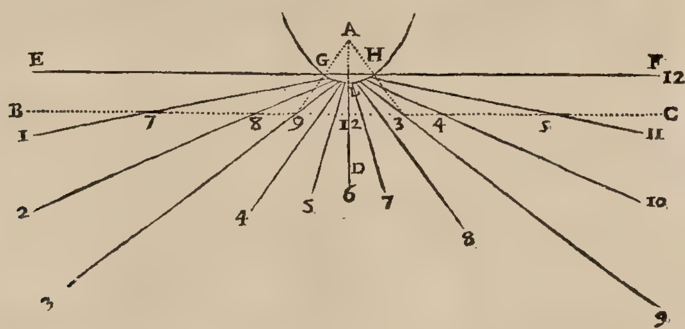
CVm cætera sint manifesta, solummodo demonstrandum hìc est, arcus diurnos, nocturnosque ad istiusmodi horarum Inæqualium delineationem, diuidendos esse, vt dictum est, in partes æquales. Id autem ex eo facilè demonstratur, quòd in plano horologij Æquinoctialis, parallelus Cancri, verbi gratia, cuius arcus diurnus est IKH, nocturnus autem IDH: ita est conica sectio, vt *per 43 huius* sit verus circulus, quemadmodum & basis, cui æquidistat, id est quemadmodum parallelus eiusdem Cancri in ipsa Sphæra existens. Hinc autem sequitur parallelum Cancri, in horologio diuisionem suæ circumferentiæ sortiri similem ei qua idem, prout in Sphæra existēs diuidi intelligitur; quia si à vertice coni secundùm eius latera, lineæ rectæ (qualis est linea radio-vmbrosa continuo diurno motu describens eum conum *per 15 primi huius*) ita disponantur vt basis peripheriam secent in punctis cuiusdam in ea factæ, vel intellectæ diuisionis: secabunt quoque simul circumferentiam cuiuslibet circuli, qui fuerit sectio eiusdem coni æquidistans illius basi; secabunt, inquam, efficientque in ea diuisionem similem illi alteri, quæ in basi esse supponitur. At dubium non est, quin arcus Cancri diurnus in Sphæra, diuidatur ab horis istis Inæqualibus in partes æquales. Est verò certum illi eidem iam dicto arcui, æquidistare istum alterum, videlicet IKH, qui est in horologio tanquam sectio coni æquidistans basi. Igitur linea radio-vmbrosa motu diurno transcurrens æquales partes circuli Cancri in Sphæra, transcurret simul partes æquales circuli eiusdem Cancri in horologio isto Æquinoctiali. Et ita de cæteris arcubus similium parallelorum. Igitur ad horarum istiusmodi Inæqualium delineationem, arcus tum diurni tum nocturni in plano Æquinoctiali, diuidendi sunt in partes æquales, quod fuit demonstrandum.

Pro-

Propositio LII.

Horas easdem Inæquales in alio quocunque horologij Astronomici plano, quod videlicet Æquatori non æquidistet, delineare.

BEneficio arcuum diurnorum horarum 6, vel horarum 18, simul cum arcu horarum 12, qui est linea Æquinoctialis; in quolibet horologio designari facilè possunt horæ istæ. Exemplum autem proponam solùm in plano Verticali; quia quoad hanc delineationem tum in hoc, tum in alijs



Æquat. minimè æquidistantibus planis, eædem prorsus seruandæ sunt leges. Sint igitur in plano Verticalis horologij *per 34 huius* descripti, centrum horarium A; linea Meridiana A D; Horizontalis E F; Æquinoctialis autem B C, atque in ea notata puncta horaria, tum à media nocte, tum à meridie vt 7, 8, 9, &c. vsque ad 5 describatur *per 45 huius* arcus horarum sex G L H; quem in G secet horæ nonæ à media nocte occulta lineola A 9: & in H eundem similiter secet horæ tertiæ à meridie lineola A 3. Sed & si non fuerit erratum per eadem puncta G & H, transibit Horizontalis E F. Hic modò arcus videlicet G L H diuidendus est non solùm in sex, quas continet integras æquales horas, sed etiam in earundem semihoras, vt scilicet optata duodecim horarum Inæqualium in eo, sicut in cæteris arcubus diurnis interualla distinguantur. Fiet autem istius arcus dicta diuisio hoc modo. In linea Æquinoctiali B C à puncto horæ nonæ à media nocte vsque ad punctum horæ tertiæ à meridie, notentur puncta semihorarum quemadmodum integrarum horarum puncta notata sunt *per 34 huius*. Cum autem ea puncta notata fuerint; rectæ ad ea sigillatim ductæ ex A centro horario, secabunt arcum G L H in partes duodecim; quæ erunt totidem horæ Inæquales ipsius. Iam verò quia arcus diurnus Æquinoctialis,

lis, eſt etiam horarum 12; itaut horæ iſtæ Inæquales cum æqualibus in Æquinoctiali conueniant (vt intelligi poteſt ex dictis *prop. 5 primi huius*) cùm iam habeamus puncta horaria in arcu Æquinoctiali, hoc eſt in linea B C; lineas horarum Inæqualium facilè per bina earundem puncta hinc in arcu G L H, inde in linea B C notata, deſignabimus ordine qui infrà ſcripta tabella indicatur. Videlicet, finis duodecimæ nocturnæ, & ſimul initium primæ diurnæ erit lineæ Horizontalis portiò G E: linea autem primæ horæ completæ, Æquinoctialem ſecabit in puncto 7; id eſt ſimul cum hora 7 à media nocte: arcuum verò G L N qui eſt horarum ſex æqualium ſecabit ſimul cum hora nona & ſemis à media nocte. Similiter linea horæ 2 Inæqualis ſecabit Æquinoctialem B C in puncto 8; arcum verò G L H in puncto quo eundem ſecat decima à media nocte, videlicet recta occulta A 10 & ſic de alijs. Hora autem 6 Inæqualis ſemper conuenit cum Meridiana. Duodecima demum Inæqualis, cadit ſemper in Horizontalis partem occiduam H F.

Si loco arcus horarum ſex oporteat aliquando vti arcu horarum 18; eſt enim in quibuſdam horologijs commodior eius vſus, vt in Horizontali: deſcribitur ille quidem *per 45 huius*; ſed neceſſe eſt illum diuidere in horas ipſius Inæquales 12: hoc verò facile eſt, ſi priùs in linea Æquinoctiali notentur puncta non ſolùm pro horis Aſtronomicis integris, ſed etiam pro ſingulis ſemihoris; ductis enim à centro horario lineis occultis per ea horaria, vel ſemihoraria lineæ Æquinoctialis puncta, ſecabitur ille arcus in partes 12; quæ erunt totitem eius horæ Inæquales; dummodo vnicuique earum duodecim partium ipſius arcus, tribuatur ex eis quæ ſunt in linea Æquinoctiali, integra vna hora cum dimidio alterius; quemadmodum ſingulis horis 12 Inæqualibus in arcu G L H, qui eſt ſolum 6 horarum Inæqualium, attributæ ſunt ex ijs quæ ſunt in Æquinoctiali B C ſingulæ ſemihoræ.

Demonſtratio.

CVm in linea Æquinoctiali B C tanquam in arcu diurno horarum 12, puncta horarum æqualium rectè inuenta fuerint *per 34 huius*; & horæ Inæquales cum æqualibus in Æquinoctiali conueniant *per 5 primi etiam huius*; ſequitur puncta 7, 8, 9, &c. in linea B C eſſe etiam puncta horarum Inæqualium. Arcus verò diurnus horarum ſex G L H qui rectè deſcriptus ſupponitur *per 45 huius*, rectè etiam diuiſus eſt in ſuas 12 horas Inæquales, cùm enim æquales integras ſex contineat, vt patet tum ex puncto G in quo ſecatur ab hora 9 à media nocte, tum ex puncto H in quo pariter ſecatur ab hora 3 poſt merid. ſequitur ſingulas 12 eiuſdem horas Inæquales æquiualere ſingulis 12 medietatibus horarum

Horæ Inæquales à quibus Astronomicæ vel earum semisses intersecantur in annotatis arcubus diurnis.

In arcu diurno horarum 18.		In arcu diurno horarum 12.		In arcu diurno horarum 6.	
Horæ à media nocte.	Horæ Inæquales.	Horæ a media nocte.	Horæ Inæquales	Horæ a media nocte.	Horæ Inæquales
3	12	6	12	9	12
$4\frac{1}{2}$	1	7	1	$9\frac{1}{2}$	1
6	2	8	2	10	2
$7\frac{1}{2}$	3	9	3	$10\frac{1}{2}$	3
9	4	10	4	11	4
$10\frac{1}{2}$	5	11	5	$11\frac{1}{2}$	5
12	6	12	6	12	6
à meridie.		à meridie.		à meridie.	
$1\frac{1}{2}$	7	1	7	$\frac{1}{2}$	7
3	8	2	8	1	8
$4\frac{1}{2}$	9	3	9	$1\frac{1}{2}$	9
6	10	4	10	2	10
$7\frac{1}{2}$	11	5	11	$2\frac{1}{2}$	11
9	12	6	12	3	12

rarum sex æqualium : atque adeo has ipsas horarum æqualium medietates debitè in eo arcu notatas coincidere cum veris eiusdem horis Inæqualibus integris : quod pariter seruata proportione valet in arcu horarum 18 ; vt scilicet in eo horæ singulæ Inæquales æquiualeant singulis æqualibus horis cum semisse. Igitur rectæ per dicta, tum lineæ Æquinoctialis B C, tum arcus G L H puncta ductæ, sunt lineæ horarum Inæqualium in plano hoc Verticali ; quod fuit demonstrandum.

 Præter

Præter circulos,quorum hactenus in horologijs Optico-Gnomonicis delineandorum leges, quantùm potui, faciliores ac magis vniuersales tradidi; alij supersunt plurimi,qui solent, aut certè possunt in ijsdem horologijs depingi: vt circuli Longitudinũ ciuitatum; circuli Verticales; paralleli Horizontis;circuli Positionum,ac præsertim illi qui per initia Domorum cœlestium transeunt; Signa Zodiaci ascendentia;ac demum horæ Inæquales, quæ quindenos ascendentis Eclipticæ gradus distinguunt,quarum descriptionem me daturum promiseram *libro 1 propositione 5*. Sed hæc omnia, nunc breuitati studens omitto, remitto autem in tertium librum, vbi de illis omnibus in horologio Catoptrico-Gnomonico designandis sigillatim dicturus sum. Non erit verò admodum difficile regulas quarumlibet delineationum indidem excerptas ad horologia Optico-Gnomonica transferre. Atque ita libro huic secundo finem impono.

FINIS SECVNDI LIBRI.

CA-



CATOPTRICE
HORARIA
Siue
HOROGRAPHIAE GNOMONICAE
LIBER TERTIVS.

In quo primùm ea proponuntur, quæ ad Horographiæ Catoptrico-Gnomonicæ theoriam pertinent. Deinde practica traduntur præcepta, & varij modi quibus in quamlibet, & quouis modo diſpoſitam ſuperficiem, ex dato ſpeculi plani tum immobiliter fixi, tum certa lege verſatilis poſitu, proijciantur Sphæræ circuli, vt ita proiecti varios orbium cœleſtium motus, radio Solari, vel etiam Lunari Gnomonicè reflexo indicent. Denique miræ quædam, ac noui inuenti Catoptrico-Gnomonicæ delineationes explicantur, quæ ad ſpeculi tum concaui Sphærici, aut Parabolici, vel alterius ſimilis; tum conuexi Cylindrici reflexionem, prædictos motus indicare poſſunt.

PRAEFATIO.



Lurima ſunt Catoptricæ Horariæ, Opticæque communia tum quoad theoriam, tum quoad praxim; eaque ex primo ac ſecundo libro peti commodè poſſunt: ſed quidquid peculiare eſt Catoptricæ, tertius hic liber ediſſerit. Quia verò Catoptrice iſta duobus in genere ſpeculis præcipuè vtitur, plano videlicet, atque cylindrico conuexo (quamuis ſphærici etiam, aut ſimilis concaui vſum aliquem interſerat prop. 82 ad maiorem operis elegantiam) idcirco duæ poſſunt huius libri partes præcipuæ (licet aliàs vno tenore, ac numerorum

ordine perpetuo propp. omnes decurrant) distingui: quarum prior præcepta tradit horarij Catoptrico-Gnomonici delineandi posito speculo plano; altera posito cylindrico conuexo: & vtraque suas habet praxes, vt & propriam theoriam, ex qua praxes ipsas demonstret. Ipso autem initio conuenientes definitiones, ac necessaria postulata præmittuntur, non equidem omnino nudè, sed additis in gratiam Tyronum, vel etiam (vbi opus esse visum est) discussis rationibus ita postulandi, aut definiendi.

Primæ partis theoriam continent propositiones viginti priores: ipsa namque vigesima ostendit, quomodo (iuxta ea quæ dicta sunt lib. 1 prop. 16, 17, 18) Gnomonica Sphæræ Catoptricæ proiectione horarium Catoptrico-Gnomonicum efficiatur. Sed quia ad hoc necesse priùs fuit Sphæras ipsas Catoptricas, saltem aliquas, excitare; quinque omnino, videlicet Polaris, Æquinoctialis, Verticalis, Meridiana, & Horizontalis excitantur, seu construuntur modo suo apparenter, a prop. 15 ad 19; præmissis tamen prop. 14 necessarijs ad eas, aliasque similes, construendas legibus: vt autem ipsa earum constructio legitima esse demonstrari possit; primæ septem propp. ostendunt quid singulis accidat circulis in reflexione ad quemlibet datum speculi plani situm.

Præterea propositione 8, & sequentibus quinque, radius reflexus, & vmbra è communi stylo cadens, inuicem comparantur secundùm rationes gnomonicas, eo fine vt (quemadmodum in præfatione ad apparatum instrumentorum dicitur) attenta radij reflexi natura, solius ope circini, ac regulæ, præceptis lib. 2 ab Optice traditis, strui possint, & demonstrari ab ipsa Catoptrice horologia, in quibuslibet planis, ex quocunque speculi plani positu.

Eiusdem primæ partis opera praxim habentia difficiliorem perficiuntur (vt faciliùs, & simul accuratiùs fiant) varijs instrumentis, vt peculiari ad eorum apparatum præfatione dicitur: Parantur autem huiusmodi instrumenta, id est, construuntur, concinnantur, debitis notis insigniuntur, &c. a prop. 21 ad 33. Mox eadem a prop. 37 ad 40 conuenienter disponuntur ad vsum Catoptrico-Gnomonicæ delineationis: priùs tamen prop. 34, & sequenti speculum planum electo ad fenestram loco aptatur; firmatur autem prop. 38; postquam scilicet compertum est radium ab eo reflexum cadere in lineam Meridianam prop. 36 designa-

tam, & simul in punctum paralleli diurni in eadem Meridiana inuentum prop. 37.

Instrumẽtorum debitis locis dispositorum vsus Gnomonicus à prop. 41 vsque ad 54 explicatur velut in abstracto (ita vt paucis mutatis quemadmodum prop. 55 dicitur, accommodari, & inseruire posit ipsi etiam Opticæ) mox verò in particulari a prop. 56 ad 74 elegantissimo Astrolabio, quod Romæ in ædibus Eminentissimi Card. Spada fulget; alijsque similiter vbiuis ad eius exemplum ex Horizont. Catoptr. Sphæra designandis applicatur.

Subinde prop. 75, & 76 duo alij facillimi assignantur eiusdem Catoptrico-Gnomonicæ delineationis perficiendæ modi: & occasione posterioris traditur prop. 77 ars egregia, sic aptè deformandi quamlibet optatam pictæ imaginis figuram in plana, aliaue superficie, etiam irregulari; vt mox ad intuitum ex assignato puncto perfectè reformata cernatur. Postmodum à prop. 78 ad 81, ex alijs etiam Catoptricis Sphæris, Polari nimirum, Æquinoctiali, &c. horologia concinnantur vsu similiter Gnomonico supradictorum instrumentorũ ad ipsa extenso. Denique prop. 83, & 84 in dupliciSphæra Vaga exemplum datur delineationis horologij reflexi speculo plano circa datum axem vnum, vel multiplicem versatili.

Secundæ partis theoria à prop. 85 vsque ad 113 tanquã res noua diligentiùs discutitur, & fusiùs exponitur: praxis verò reliquis proposit. vsque ad 126 nouo, ac plano miro inuento, Iride reflexa (cuius definitio habetur prop. 111) nõ solũ exhibet parallelũ Æqu. vel Horizontis in quauis intra camerã superficie; sed insuper quolibet momento temporis depingit quemcũque maximum Sphæræ circulum, in quo tunc Sol existit, siue horariũ in omni æqualiũ hor. genere, siue Verticalẽ, aut Positionis, &c. imò Eclipticã ipsam secundùm sitũ, quẽ illa tunc habet respectu nostri hemisphærij. Quo fit vt quouis momento temporis distinctè cernatur quis Eclipticæ gradus versetur non solùm in Horizonte ortiuo, occiduoue, sed etiã in omnibus alijs Astrolabij lineis; quas eadem Iris simul secat: item vt indicentur Stellarum, & Planetarum exortus, & loca in circulis horarum Astronomicarum, ac etiam in circulis Domorum cælestium, alijsque. Demum libro coronidem imponit prop. 127 idonea ac necessaria in prædictos Catoptrices Horariæ vsus, specula concinnans.

Definitiones.

1 *Radius est lux a luminoso diffusa.*

Lux apud Opticos non est nisi sensibilis, atque adeo non sine aliqua latitudine; vt enim ait Vitellio *lib. 2 prop. 3* post Alhaz. *lib. 4 prop. 16* in minima luce quæ sumi potest est latitudo; quoniam minimam lucem dicimus, quæ si diuidatur non habet ampliùs actum lucis, quia non erit visibilis; sed vtraque pars extinguetur, quia neutra pars eius erit lux, neque apparebit sensui; est ergo in linea radiali secundùm quam fit diffusio luminis aliqua latitudo, propter quam inest ei sensibilitas.

Possum ego addere, in linea radiali non solùm esse latitudinem sed etiã profunditatem; idque propter rationem, quam pro affirmanda latitudine habet citatus Vitell. scilicet quia lux non procedit nisi à corpore quoniam non est nisi in corpore: ex hoc enim patet quòd sicut à quouis puncto corporis lucidi punctum lucis fluit, quod inde propagatum lineam lucis efficit (licet etiam ab vno puncto infinita quaquauersus fluant puncta ex quorum propagatione similiter infinitæ constant lineæ) & à qualibet linea eiusdem corporis lucidi fluit linea lucis (&, vt de punctis dictum est, seruata proportione, infinitæ) quæ propagata superficiem lucis efficit, ita demum à tota eiusdem lucidi corporis superficie, superficies lucis fluit, cuius propagatione moles quædam seu fluuius, vt sic dicam, lucis trinam habens dimensionem exundat, qui quidem dicitur radius.

Optici tamen Vitell. Alhaz. & alij imaginantur in medio radij, seu, (vt illi vocant) in medio lineæ naturalis, siue sensibilis, lineam mathematicam, quam pro radio sumunt inter demonstrandum, vt & ego sumam eorum inhærens vestigiis, in meis ad Horariam istam Catoptricen pertinentibus demonstrationibus: atque vt hoc ipsum exemplo magis illustrem sic dico.

Si à solis disco F G in speculum V X lux incidat inter rectas F V, G X, aliasque similes per ambitum connectentes Solis ac speculi opposita latera; erit totum spatium dictis rectis conclusum via, qua lux à Sole in speculum propagatur; ipsa verò lux ita propagata, erit radius. Et rursus lux eadem si à speculo resiliens versùs C feratur, & in parietem K L incurrens, aream eius I H perfundat speculo ipso V X maiorem (vt reuera maiorem esse constat experientia; imò eo maiorem, quo maiori interuallo paries à speculo distat; ita vt in amplitudinem S T disco F G æqualem extendenda foret lux reflexè, si absque sui dissipatione posset in distantiam B R ipsi A B Æqualem propagari) lineæ I V, H X, aliæque similes vndique latera dictæ areæ speculique connectentes concludent spatium seu viam, qua lux reflexè in obuium parietem propagatur; eam verò sic propagatam pari modo vocant radium; cum hoc tamen discrimine, quòd lucem X H I V vocant radium reflexum; sicut incidentem, ipsam F V X G.

Et

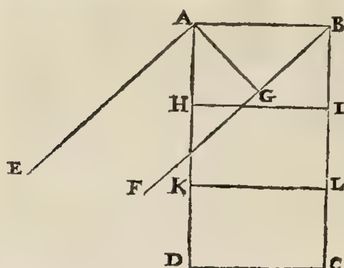
Et ego quidem ita loquar ex communi vſu Autorum ad diſtinctionem, licet potius ex vi & proprietate vocis, reflexus ille dici deberet radius, qui ex duobus directis angulum in ſpeculo reflectente facientibus conſtat; ita vt totus G F V X H I vnus reflexus eſſet, conſtans nimirum duobus directis F V X G, X H I V; quamuis hi ipſi quos nunc in exemplum adduco non propriè directi dici poſſint, vt ſtatim conſtabit, cum dixero quid propriè ſit radius directus.

Cæterùm quia rectæ F V, G X, aliæquæ ſimiles; item V I, X H aliæque ſimiles figuram aliquam (ſicut & ſpatium) comprehendunt; talem neceſſariò comprehendunt, qualem definit baſium F G, V X &c. figura & diſpoſito. Si itaque ſit F G circulus, eiuſque axis B; & V X ellipſis debito modo ad eundem axem diſpoſita, & inclinata, eiuſque minor diameter ſit minor quàm diameter circuli F C; radius F V X G habebit figuram ſecti, & euerſi coni, cuius baſis in diſco Solis erit, vertex autem, niſi à ſpeculo reſecaretur, eſſet versùs D: & eodem modo ob ſimilem hypotheſim X H I V habebit figuram ſecti & euerſi coni, cuius baſis in H I, vertex autem versùs E. Ob eandem rationem radio conueniet figura cylindri, ſi figuram luminoſi, ac etiam ſpeculi definierint circuli æquales ad communem axem pariter recti. Ita parallelepipedi figura eſſet radio, ſi luminoſo, & ſpeculo forent æquales quadrilateræ ſuperficies &c. Huiuſmodi autem figuras in radio tum incidente, tum reflexo varias conſiderare licet, prout quis cogitauerit vel ſuppoſuerit à varijs lucidi punctis incidere lucem, & ob ſpeculorum, vel incidentiarum diuerſitatem varias pro modo reflexionis figuras induere. Ita in ſpeculis parabolicis è cylindro lucis incidentis formatur, conus lucis vertice vrens: ita dum lux à centro Solis in circulum ſpeculi cylindrici cadit, modò in ſuperficiem planam extenditur, modò in formam concaui coni vacuatur, vt hoc eodem libro dicetur ſpeciali tractatu de ſpeculo cylindrico ad rem Gnomonicam tranſlato.

Sed aliæ ſunt figuræ, quæ radio magis propriè conueniant ex naturali videlicet modo quo lux à luminoſo diffuſa propagatur, abſque vllo reſpectu ad figuram ſpeculi; hic autem modus eſt, vt à luminoſo fluuius ille (quem

paulò

paulò antè dicebam) lucis propagatione exundans ad angulos rectos fluat, ita vt latera radij rectos angulos efficiant cum lucis propagatæ superficie fluente, (vt dixi) à lucidi superficie: cùm enim facilè supponi possit singulis partibus lucidi æquales ad lucis emissionem inesse vires, quas simul totas & æqualiter exerceant; consequens est, vt dum lucem illæ ante se profundunt, non obliquè fundant, sed directè, & vt dixi per angulum rectum, verbi gratia, si ponatur A B linea corporis lucidi, & ab ea fluat linea lucis quæ primò ad H I, deinde ad K L, mox ad D C propagata radium efficiat, cuius latera sint A D, B C; ea latera sibi inuicem æquidistabunt, recta autem erunt ad A B, sicut ad H I, K L, D C; quia, vt dixi ex hypothesi, lucidum A B totis viribus operatur. Si enim latera radij essent non A D, & B C perpendicularia; sed A E, B F, aut quæuis alia angulos cum A B obliquos efficientia, lucidum A B non operaretur totis viribus, sed diminutis, secundùm rationem, quam habet A G, ad A B: quia enim A G, perpendicularis ad A E & B F metitur latitudinem radij obliqua lucis propagatione producti A E F B; sicut A B latitudinem directi radij A D C B; iste erit illo latior ea proportione qua A B maior est, quàm A G: ergo lucidum emittens lucem obliquè, minùs operatur quàm si directè emittat cæteris paribus: ergo tunc operatur viribus diminutis, cùm in argentibus necessarijs vires necessariò commensurentur effectui, sicut reciprocè effectus viribus.



Superest igitur vt propria directi radij figura sit illa, quæ continetur lateribus angulos rectos facietibus cum superficie lucem profundente; itaut cylindri, verbi gratia, figuram, vel parallelepipedi rectanguli aut prismatis, habeat radius directus, prout luminosi figura circularis, quadrata, triangularis &c. fuerit.

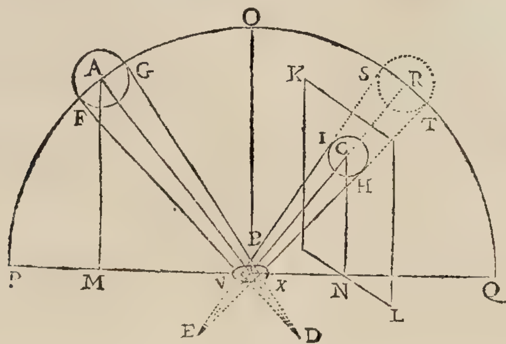
Hunc radij directi conceptum habet Anglus Philosophus Hobs laudatissimus apud Mersennum nostrum *lib.* 7 *Opticæ*, vbi eum definit, *Qui sectus plano per axem exhibet in plano secante figuram parallelogrammam*, & quidem *rectangulam*, vt puto omnino supplendum tum ex mente illius, tum ex vi rationis ab ipso adductæ in suo postulato, & hìc à me paulò fusius expositæ in gratiam Tyronum.

Itaque, vt ad propositum redeam, quoties mihi de radij seu incidentis seu reflexi assignanda vel metienda inclinatione ad speculum, vel ad obuiũ opacum, sermo erit; solidam radij figuram aut latitudinem nullatenus attendam; sed in reflexione quidem speculi plani pro radijs, verbi gratia, F V X G, V X H I in primo schemate, solùm eorum axes A B, & B R, seu B C, sumam; quandoquidem ex inclinatione axis pensenda est inclinatio radij; neque ad hanc metiendam quicquam confert figura solida. Ob eandem autem rationem etiam in ijs quæ dicturus sum, de reflexione speculi cylin-

drici

drici, ſolam in radio conſiderabo ſuperficiem, ſiue planam, ſiue recuruam ex infinitis, velut inſectilibus, lucis lineis ordine quodam incidentibus, aut reflexis; vt tunc clariùs definiam. Attamen quando, *ad 3 poſtulatum meum,* cauſam inueſtigabo æqualitatis angulorum reflexionis, & incidentiæ, eamque è phyſicis ipſius lucis conditionibus conabor eruere, tunc inquam, radij figuram, vel ſane latitudinem maxime attendam (ſaltem quoad incidentiam obliquam) quia tunc de radio ipſo non in abſtracto, ſed phyſicè conſiderato loquar.

2 *Linea incidentiæ eſt linea ſecundùm quam lux incidit ſpeculo*, vt A B; *reflexionis verò linea eſt ea ſecundùm quam reflectitur*, vt B C.



3 *Punctum incidentiæ eſt in ſpeculo punctum, quod radius incidens ferit, à quo etiam viciſſim repercutiente reflectitur*: quale eſt B in medio plani ſpeculi V X.

4 *Angulus incidentiæ eſt ille, quo ad ſpeculum, ſeu ad planum in puncto incidentiæ contingens, inclinatur linea incidentiæ*; qualis eſt angulus M B A. *Et angulus reflexionis ille eſt, quo ſimiliter ad ſpeculum, ſeu ad planum contingens inclinatur linea reflexionis*, vt eſt angulus N C B.

5 *Cathetus eſt linea recta à quouis puncto lineæ reflexionis ad ſuperficiem ſpeculi perpendiculariter ducta,*) vt C N, *& hic dicitur, Cathetus reflexionis; alter quoque eſt Cathetus incidentiæ, qui à quouis puncto lineæ incidentiæ ad eandem ſpeculi ſuperficiem perpendiculariter item ducitur* vt A M. Itaque iſte angulum incidentiæ, ille reflexionis angulum ſubtendit.

6 *Superficies reflexionis ea dicitur, in qua cum linea incidentiæ, reflexionis etiam linea continetur*: qualis eſt ſuperficies incedens per puncta A C B.

7 *Axis reflexionis eſt in ſuperficie reflexionis linea recta, quæ ad punctum incidentiæ rectos angulos efficit, cum linea quæ eſt communis ſectio ſuperficiei reflexionis & ſpeculi, vel plani contingentis ſpeculum in puncto incidentiæ*, vt eſt O B perpendicularis *ad* P Q, poſito quod P Q *ſeu* P V X Q ſit communis ſectio ſpeculi & ſuperficiei reflexionis antea definitæ.

8 *Gnomon catoptricus, ad ſimilitudinem ſciatherici, eſt linea recta quæ à ſpeculo*

lo

lo, siue à puncto incidentiæ ad superficiem horologij ducta rectos cum eadem angulos constituit. Hanc tamen vocem sæpius vsurpabimus pro ipso speculo, siue pro puncto incidentiæ tanquam pro præcipua parte Gnomonis videlicet pro vertice; vt pro puncto B in medio speculi V X.

9 *Sphæra Catoptrica velut apparenter reflexè excitata, non differt à vera naturali, siue mundana; nisi quòd eius circuli, vel circulorum partes situm, & ordinem naturalem minimè seruent: sed alium habeant diuersum (quem apparentem vocamus)* illum videlicet quem eis tribuit reflexio speculi collocati in ipsius Sphæræ centro.

Eiusmodi verò Sphæræ species desumuntur à vario speculi positu plani (cuius hac in re præcipuus vsus est) denominanturque ab eo circulo maximo in cuius plano fuerit speculum; vnde verbi gratia Catoptrica Sphæra Horizontalis dicitur ea, cuius speculum Horizonti congruit æqualiter collocatum in eius plano; & sic de alijs vt dictum est libro primo. Sphæræ Catoptricæ Vagæ definitionem dabo ad *prop.* 83.

10 *Conicum reflexum voco figuram, quam frusto coni recti quodammodo similem, & quodammodo etiam dissimilem gigunt infiniti ab speculo cylindrico, ex infinitis ab vno puncto incidentibus reflexi radij.*

11 *Iridem Catoptrico-Gnomonicam voco fasciam lucidam gnomonicè à speculo cylindrico reflexam in cubiculi, vel similis loci diligenter occlusi dealbato pariete, testitudine, &c. refulgentem.*

Postulata.

1 *Lucis tum incidentis, tum reflexæ, rectæ sunt lineæ.*

Euclides *in suis opticis suppositione* 1 supponit radium visiuum ab oculo per lineam rectam emitti; & *in Catop. sup.* 1 supponit eundem radium esse lineam rectam cuius media obumbrent extrema. In sententia autem Euclidis post magistrum Platonem radius visiuus est radius lucis ab oculo emissæ.

Vitellio *l.* 2 *theor.* 1 supponit radios quorumcunque luminum protendi secundùm rectas lineas; quod & probat non demonstratione, vt ait, sed instrumentaliter idest experimentis factis per instrumenta.

Alhazen idem supponit *l.* 1 *prop.* 14, 18, & 28; & *l.* 7, *prop.* 2: vbi & illud probat instrumentaliter.

Ioannes Keplerus *paralipomenis in Vitellionem cap.* 1 *prop.* 4 idem probare seu potius, vt ait, declarare conatur quibusdam adductis rationibus quæ apud illum videri possunt.

2 *Superficies Reflexionis est ad speculum recta.*

Superficies Reflexionis *ex Defin.* 6 *huius* continet simul radium incidentem & reflexum: hanc itaque prout vtrunque radium continet, esse ad speculum rectam, vt concedatur, petimus: quamuis enim demonstrabile sit vtrunque seorsim radium esse in aliqua superficie ad speculum recta

cta cum suo catheto (qualis est, *suprà in definitionibus*. Superficies trianguli M B A, itemque trianguli N B C)& licet demonstrabile etiam sit vtrunque simul esse in aliqua vna superficie , *per 2 11 elem.* non tamen æquè facile est demonstrare hanc superficiem , quæ vtrunque simul continet radium , esse ad speculum rectam .

1. Alhazen. *lib.* 4 *prop.* 13 ; & post eum Vitellio *l.* 5 *propos.* 25 id probant exemplariter, vt aiunt, id est per instrumentum.

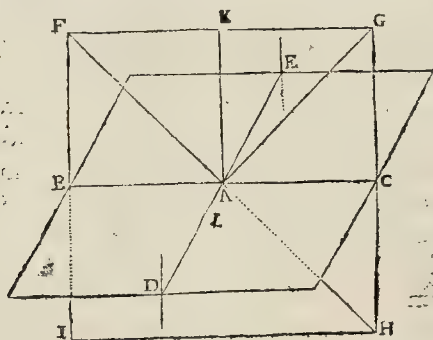
2. Vitellio *eadem prop.* 25 putat se demonstrare hoc modo. Quia enim lineæ incidentiæ , & reflexionis continent angulos æquales cum perpendiculari (erecta nimirum in puncto incidentiæ) erit vtraque in eadem superficie cum dicta perpendiculari *per* 2 11 *elem.* Ex quo infert. Ergo & ipsæ ambæ sunt in eadem superficie (videlicet cum dicta perpendiculari) sed hanc consequentiam debet probare ; cùm non statim constet tres lineas in vno communi puncto se tangentes in eadem vna superficie plana esse ; si enim ita necessariò esset , & aliter esse non posset , nullus esset possibilis solidus angulus *contra definitionem* 11 11 ; neque pyramis , neque conus *contra* 12 *&* 17 *defin. eiusdem* . Præterea Vitellio nondum probauerat illam lineam , quam vocat perpendicularem (& nos vocamus axem reflexionis *defin.* 7 *huius*) esse reuera perpendicularem ad speculum sed solùm *prop. sequenti* vult illud demonstrare : at ibi ego circulum logicum eumque vitiosum , pace dixerim , potius animaduerto;quàm veram geometricam demonstrationem : priùs enim concludit superficiem reflexionis esse ad speculum rectam , quia in ea est axis reflexionis ad speculum rectus (quem vt dixi ille vocat lineam perpendicularem) deinde verò concludit dictam perpendicularem (siue axem) esse ad speculum rectam quia est in superficie ad speculum recta , & simul rectos facit angulos cum linea quæ est communis sectio speculi , & dictæ superficiei reflexionis. Neque deest qui in eodem , quem dixi, logico circulo, oppositam ludat choream dum priùs concludit axem reflexionis esse ad speculum rectum ; ex eo quòd sit in superficie reflexionis ad speculum recta , & simul rectos angulos faciat cum communi sectione , vt dictum est : deinde verò infert superficiem ipsam reflexionis esse ad speculum rectam ; ex eo quòd axis reflexionis ad speculum rectus in ea sit superficie .

Deberet, ni fallor , altera quælibet ex his duabus propositionibus independenter ab altera demonstrari ; dum enim altera vicissim per alteram sine noua euidentia sumptam demonstratur , vtraque relinquitur indemonstrata .

Keplerus *paralip. in Vitell. cap.* 3 *prop.* 16 postulatum hoc nostrum probat vnico fundamento, quod ante posuerat *cap.* 1 *prop.* 18 , nimirum quia lux in superficiem illapsa repercutitur in plagam oppositam ei vnde aduenit . vt si in speculo B D C E circa punctum medium A , sint quatuor plagæ, duabus rectis B C & D E se inuicem ad angulos rectos in A secantibus distinctæ ; quas & denotent quatuor lineolæ per B, D, C, E , transeuntes ad

ipsum

ipſum ſpeculum rectæ: vel duæ ſuperficies planæ ad inuicem atque ad ſpeculum rectæ;eo modo quo præcipuas quatuor mundi plagas denotant duo circuli maximi per Zenith & Nadir ducti, Meridianus & Verticalis: ſitque ex illis ſuperficiebus vna F G H I. Hoc poſito vult reflexionem lucis, ex plagæ F I puncto aliquo F incidentis in A, fieri ad aliquod punctum G plagæ oppoſitæ G H; adeoque ſuperficiem reflexionis (in qua nimirum eſt linea incidentiæ F A, & reflexionis A G) eſſe ad ſpeculum rectam (qualis per conſtructionem eſt ipſa F G H I) ſi enim eſſet inclinata, verbi gratia, versùs plagam E; non eſſet verum reflexionem fieri omnino ad plagam oppoſitam (quæ eſt G C H reſpectu F B I, vnde incidit radius) quia fieret aliquo modo ad lateralem; qualis reſpectu eiuſdem F B I, eſt E. Sed hic deſiderabit aliquis rationem ob quam reflexio fiat neceſſariò ad plagam oppoſitam.



Ratio autem non eſt ea quam Kepl. *dicta prop.* 18 habet, quod pulſus cùm ſit actio, ſit inter contraria; percuſſui autem quo lux ferit ſuperficiem ex vna plaga, contrarius ſit percuſſus in partem alteram: nam potius verum eſt, contrarium eſſe percuſſum in partem eandem à qua lux aduenit, vt dicam *ad 3 poſtul. lemmate* 4. Præterea quæri adhuc poteſt cur reflexio ita neceſſariò fiat ad plagam oppoſitam, vt fieri non poſſit in plano ad plagam lateralem aliquatenus inclinato, vt accideret ſi ſeruata deſcriptione iam facta plagarum, radius ex F incideret, non in A, ſed in aliud aliquid rectæ A D punctum L, & nihilominus reflecteretur vt priùs in G. Cur itaque non poſſit fieri reflexio in plano ſic inclinato, ſed fiat neceſſariò in plano perpendiculari; ratio eſt quia cùm radius ob reſiſtentiam ſpeculi reſiliat, reſilit neceſſariò per planum, in quo eſt maxima reſtentia maxima autē eſt in plano ad ſpeculū recto; quia in illo ſit æqualis vtrinque ab omnibus partibus reſiſtentia. Quod quidem faciliùs intelligetur ſi radius F A directus (*iuxta dicta ad 1 definit.*) incidat in A cum quadam latitudine, qua extendatur ſecundùm lineam E A D, & axis eius ſit F A: cùm enim ſpeculi pars A D, & pars A E reſiſtant æqualiter; radius habens latera inuicem parallela, & ad ipſam E A D perpendicularia, non poterit vi dictæ

æqualis

æqualis reſiſtentiæ remoueri à plano quod æqualiter inter E & D erectum eſt videlicet à plano B F G C.

3 *Incidentiæ & reflexionis æquales ſunt anguli.*

Ideſt luce ex hypotheſi incidente ex F in A & reflexa ex eodem A in G, concedatur angulum reflexionis G A C æqualem eſſe angulo incidentiæ F A B, & ita in quacunque alia facta hypotheſi incidentiæ. Euclides *in Catoptricis theor.* 1 id demonſtrat, ſed ex facta priùs *ſuppoſitione* 3, quòd nimirum ſi ſpeculum collocetur in plano ſupra quod ad angulos rectos ſtet altitudo aliqua, verbi gratia, C G; vt linea inter A punctum incidentiæ, & B pedes inſpicientis comprehenſa videlicet A B; ad A C inter idem punctũ incidentiæ, ac imum altitudinis erectæ comprehenſam; ita erit F B altitudo inſpicientis ad G C altitudinem erectam, quæ reflexè inſpicitur. Attamen ſaluo meliori iudicio, perinde eſſet in ijs triangulis ſupponere ipſam angulorum æqualitatem, ac ſupponere dictam proportionem earum linearum; cùm perinde fieri poſſit reciproca illatio.

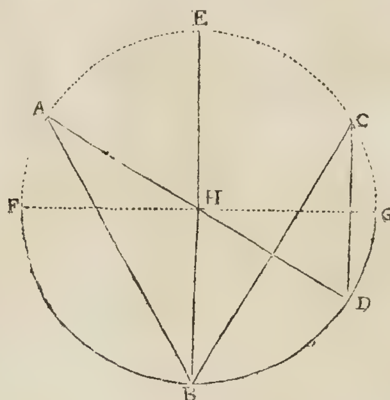
Alhazen. *lib.* 4 *prop.* 10, 11, 12, probat experimento facto in organo reflexionis, vt vocat; & *prop.* 18 declarat ſimilitudine, quam petit ex corpore ſphærico decidente in ſuperficiem, à qua repercutitur. Et tandem addit rationem naturalem.

Vitellio *lib.* 5 *à prop.* 10 *ad* 17 idem probat in varijs generibus ſpeculorum, ſed inſtrumentaliter, vt ait. Deinde *prop.* 18 vult demonſtrare omnem rem viſam per ſpeculum quodcunque (videlicet planum, conuexum & concauum) ſub breuiſſimis lineis comprehendi à viſu, idque *per propoſ.* 5 *eiuſdem* vbi oſtendit naturam agere in omnibus ſecundùm lineas breuiores, pro quo & citatur ibidem Euclides *in præfatione ſuorum Optic.* Et Ptolem. *1 theor.* 1 *Catopt.* Quo poſito *propoſitione* 19 demonſtrat lineas incidentiæ & reflexionis continentes angulos æquales ſuper ſuperficiem ſpeculi plani, vel conuexi eſſe breuiores omnibus lineis ab eiſdem terminis ſuper eandem ſuperficiem ſpeculi productis continentibus angulos inæquales. Idem generaliter demonſtrauerat in linea recta, & in linea conuexa, vt vocat, *lib.* 1 *prop.* 17, & 18. Præterea *prop.* 20 vult probare in ſpeculis concauis æqualitatem angulorum à breuitate linearum; quam tamen breuitatem in eiſdem ſpeculis concauis non demonſtrauit, licet *prop.* 18 putauerit ſe generaliter demonſtraſſe in quocunque ſpeculo: pro qua breuitate linearum in quocunque ſpeculo citatur apud Vitell. *eadem prop.* 18 Ptolem. 4 *theor.* 1 *Catop.* Similiter Heliodorus Lariſſæus *in vltimo cap. ſuorum Opticor.* refert Heronem in Catoptricis demonſtraſſe æqualitatem angulorum incidentiæ & reflexionis per breuitatem linearum.

Clauius in eadem breuia & ipſe impegit *lib.* 8 *Geom. practicæ propoſ.* 7. Mitto alios qui in hoc ipſo excuſationem habere poſſe viderentur, quòd poſt tot & tam celebres autores errauerint; niſi errorem feciſſent ſuum.

Ioannes Keplerus *paralip. in Vitell. cap.* 3 *prop.* 16 improbat modum probandi æqualitatem angulorum incidentiæ & reflexionis à breuitate linea-

rum; & præcipuè mouetur, quia ſtellarum imagines cernuntur in lacubus, ijſdem repercuſſuum legibus, vbi tamen comparatio linearum euaneſcit. Et inſuper ex eo quòd hæc ratio valere non poſſit in refractionibus, cùm reuera lineæ continentes angulos incidentiæ & refractionis non ſint breuiſſimæ omnium, quæ ab ijſdem terminis ad eandem refringentem ſuperficiem duci poſſunt; ſed nos efficaciùs hunc ipſum modum probandi conuellemus demonſtrantes in ipſiſmet reflexionibus, lineas quæ continent angulos æquales, non ſemper eſſe dicto modo breuiſſimas; imò ſpecialiter in ipſo ſpeculo concauo eſſe longiſſimas. Prima demonſtratio per ſinus procedet, altera geometricè.



Sit ſpeculi hemiſphærici ſuperficies concaua F B G, ex cuius centro H intelligatur ſemicirculus F E G ita delineari, vt ad ſpeculi concauam ſuperficiem continuetur cum ea linea quæ ſpeculum in duas æquales portiones diuidit, eſtque ſectio communis ſpeculi, & ſuperficiei reflexionis. Tum verò in aliquo eius puncto A ſit oculus, ſeu punctum luminoſum, ex quo radius incidat B, & ex B reflectatur in C. Suppono autem ad maiorem demonſtrationis facilitatem, arcum A F B continere gradus 120, & totidem arcum oppoſitum C G B: ex quo in primis patet angulos æquales eſſe tum ad ſuperficiem ſpeculi hinc inde, tum etiam ad axem reflexionis EHB. Sed tamen dico lineas A B, & B C ſimul ſumptas, non eſſe breuiſſimas omnium, quæ ab eiſdem terminis A & C ſuper eandem ſpeculi ſuperficiem produci poſſunt: lineæ enim A D, & D C ſimul ſumptæ ſunt longè breuiores; quod ſic oſtenditur.

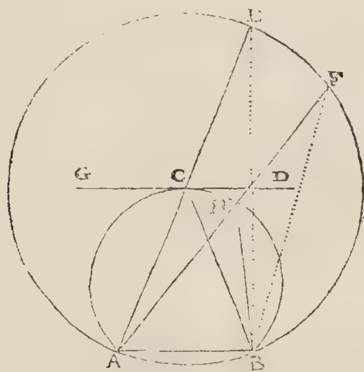
Contineat ſinus totus partes 60; ergo ſinus grad. 60 continebit partes 60, min. 57, ſec. 41: hic autem bis ſumptus pro integra chorda arcus A F B (quem feci grad. 120) continebit partes 103, min. 55, ſec. 22; tot ergo ſunt partes &c. in linea incidentiæ A B. Hæc itaque ſimul iuncta cum B C linea reflexionis ſibi æquali continebit partes 207, min. 50, ſec. 44.

Deinde

Deinde ſit altera linea incidentiæ A D per centrum H incedens, & conſequenter contineat partes 120 duplicatum ſinum. Tertiò ſit C G ipſi A F æqualis arcus grad. 15; cuius ſinus conſequenter ſit partium 15, min. 31, ſec. 45; & idem bis ſumptus pro integra chorda arcus C G D graduum 30, ſeu pro altera linea reflexionis D C, continebit partes 31, min. 3, ſec. 30: atque adeo duæ ſimul ſumptæ A D, D C continebunt partes 151, min. 3, ſec. 30. Inde autem euidens eſt eas à primis pariter ſimul ſumptis A B, B C ſuperari partibus 56, min. 47, ſec. 14. Vt verum ſit lineas, quæ faciunt æquales angulos ad ſuperficiem ſpeculi concaui eſſe longiſſimas omnium, quæ ab eiſdem terminis ad eandem ſpeculi ſuperficiem duci poſſunt; adeo non ſunt omnium breuiſſimæ; adeo non propter breuitatem, natura æqualitatem angulorum affectat in omnibus reflexionibus.

Aliter Geometricè.

SIt A B C portio circuli, qui ſit communis ſectio ſuperficiei reflexionis, & ſuperficiei Sphæricæ vnius ſpeculi, eamque tangat in C recta D C G: ſupponatur autem obiectum in puncto A peripheriæ, per lineas A C,



C B viſum ab oculo in B collocato; ita tamen vt anguli B C D, A C G reflexionis & incidentiæ ſint æquales. Dico lineas A C, C B eſſe maximas omnium, quæ in portione A B C duci poſſunt. Ducantur vtcunque A H, H B. Et quoniam angulus A C G eſt æqualis angulo A B C in alterno ſegmento; & eadem ratione B C D angulo B A C; erunt duo anguli C A B, A B C æquales; & conſequenter latera illis ſubtenſa A C, C B æqualia: fiat igitur centrum C; & interuallo A C deſcribatur circulus A B F E: deinde producantur A C, A H quouſque incidant in circumferentiam A B F E in punctis E, F: & imaginentur lineæ E B, B F: erunt anguli A C B, A H B æquales quoniam ſunt in eodem ſegmento; eorumque reſidui E C B, F H B æquales: ſed anguli quoque A E B, A F B inſiſtunt eidem peripheriæ A B, & ſunt æquales:

ergo *per* 46, E C ad C B erit, vt H F ad B H; ſed E C, C B ſunt æquales; ergo etiam H B, & F H. Quamobrem cùm duæ A C, C B ſint æquales ipſi A E ductæ in circulo A B F E; & A H, H B æquales alteri ductæ in eodem circulo, nimirum A F; idemque ſit de cæteris, quæ ducuntur in portione A B C; maxima verò omnium ductarum in circulo A B F E, eſt A E diameter; ergo maximæ omnium, quæ protrahentur in portione A B C, erunt lineæ A C, C B: quod demonſtrare oportebat.

Sub exemplo luſoriæ pilæ redditur è phyſicis principijs ratio æqualitatis angulorum incidentiæ, ac reflexionis lucis.

Pilam ſcitè ac diligenter excipere ludendo, ſimiliterque remittere qui norunt, motus eius incidentis, ac reflexi angulos practicè ſaltem, ſi non etiam ſecundùm theoriam ſciunt; in hoc enim luſus peritia omnis verſatur. Quod ergo illi tum celeri oculo notant, tum docta manu obſeruant etſi fortè non aduertant animo; in hunc modum declarari poteſt, vt ſeruata proportione cum Alhazeno *lib.* 4 *prop.* 18, quæ de motu pilæ dicta fuerint, ad lucis incidentis, ac reflexæ motum transferantur ab eo, qui radium ita concipere voluerit, quaſi ſit fluxus, & emiſſio continua globulorum lucis à lucido. Ante omnia autem, vt intelligatur qua vi & qua lege pila pulſa planumque obuium collidantur, diſtinguendus eſt triplex pilæ motus prout is ad ipſum planum quomodocunque pertinet.

Primò itaque ſi planum ſit B D C E, pila poteſt in illud pelli ſimpliciter motu perpendiculari, vt per lineam K A; & viciſſim poteſt pila à plano repelli motu ſimpliciter perpendiculari, vt per lineam A K. Et hic motus vocatur perpendicularis, incidentiæ quidem ſi eſt ad planum; reflexionis autem ſi eſt à plano.

Secundò poteſt pila per planum moueri ſimpliciter, id eſt motu, quo planum

planum continuè tangat; vt ſi ex B per A feratur in C, vel ex D per A in E. Hic autem motus vocatur parallelus, velut ſi fieret per lineam F G vel aliā ſubiecto plano B D C E ſimiliter æquidiſtantem.

Tertiò poteſt eſſe pilæ motus quidam medius, qui ſcilicet vtriuſque extremi particeps, aliquid habeat de perpendiculari, & aliquid de parallelo, huiuſmodi autem eſt motus obliquæ tum incidentiæ tum reflexionis, vt motus per lineas F A, A G; ille enim habet de perpendiculari, quatenus eſt à linea F G, in qua eſt punctum F; ad lineam B C, in qua eſt punctum A: & iſte ſimiliter habet de perpendiculari, quatenus eſt à linea B C, in qua eſt A; ad lineam F G, in qua eſt G: & ſecundùm hoc, vterque ſimilitudinem habet cum motu, qui fit per lineam K A reciprocè aut per F B, ac G C. Item motus per lineam F A ſimilitudinem habet cum motu parallelo quatenus eſt à linea F B, in qua eſt F; ad lineam K, in qua eſt A quemadmodum motus, qui eſt per lineas F K, & B A: idem cum proportione dicendum de motu per A G. Sint iam duæ iſtæ hypotheſes.

Primò conſideretur pila perfectè Sphærica, quaſi nihil habeat grauitatis, ſeu iuuantis in motu incidentiæ impetum ab externo impellente impreſſum; ſeu obſiſtentis motui reflexo: & quaſi nihil etiam difficultatis patiatur ex parte medij diuidendi, ſiue incidendo ſiue reſiliendo: aut ſi quid patitur æqualiter in vtroque motu patiatur.

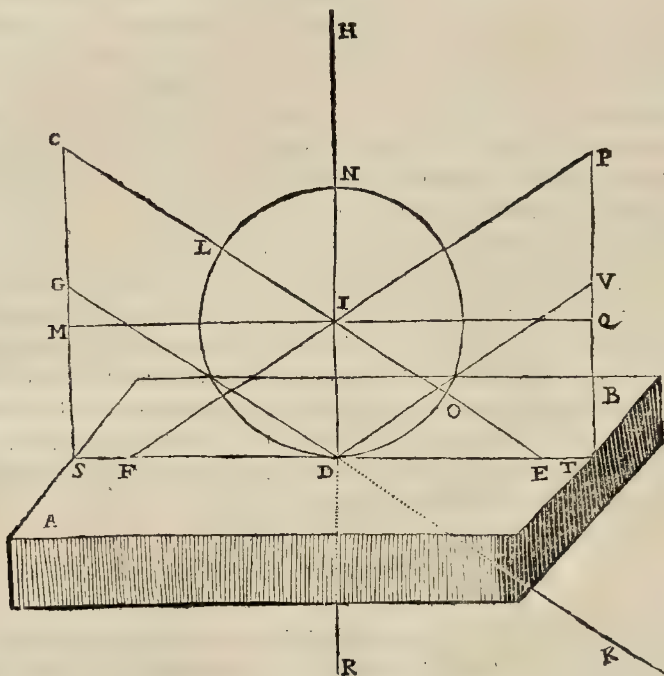
Secundò planum objiciatur pilæ, firmiſſimum, ſolidiſſimum, quod ſcilicet eius vim incidentis, atque percutientis ita excipere ac ſuſtinere valeat; vt quantùm ab ea patietur percuſſum, tantundem in eam reagat repercutiens; ſiue repercuſſu id ſolum præſtet, vt impetum incidentis nullo penitus modo imminutum, vel debilitatum determinet ad mouendum in contrariam partem; ſiue aliquid de ipſo incidentis impetu extinguat, & vice illius ita extincti impetus, alium æqualem & æquè viuidum, ſed contrarium imprimat, ac ſubſtituat.

Lemma 1.

INter pilam incidentem & planum in quod ea incidit mutua quædam eſt contrarietas, ſeu oppoſitio maior aut minor, ea proportione qua totalis motus incidentiæ plùs minùſue habet de perpendiculari.

Quando in planum ſubſtratum A B, pila L D O N cum impetu cadit, illudque ipſa alliſione ferit, eſt ibi quædam actio pilæ in planum, nimirum percuſſio: quia verò quidquid in allud agit, viciſſim ab eo patitur; patitur aliquid pila à plano; atque adeo eſt in pilam reactio plani, nimirum repercuſſio; quidquid enim ab alio patitur in idem reagit. Quia igitur pila cadendo percutit planum, ab eoque repercutitur & mutua lucta eſſe non poteſt abſque mutua contrarietate, euidens eſt aliquam intercedere contrarietatem & repugnantiam (ſeu vocare malis oppoſitionem) inter pilam decidentem, & percuſſum ab ea planum. Quia verò ea contrarietas ſeu

oppoſitio tunc maxima eſt;quando incidentia eſt perpendicularis;vt quando ex H pila cadit in D punctum plani A B, per lineam perpendicularem H D, & ea contrarietas paulatim decreſcit, prout incidentia à perpendiculari deflectit, donec tandem euaneſcat, & nulla ſit; quando nulla eſt incidentia; cùm ſcilicet pila fertur motu parallelo,vt per lineam M Q ipſi S T æquidiſtantem : ſequitur in quibuſlibet inæqualibus incidentiæ obliquæ angulis inæqualem eſſe contrarietatem, maiorem ſcilicet in maiori, minorem in minori; idque ea proportione, qua in quouis obliquo angulo totalis incidentiæ motus, plùs minuſue habet de perpendiculari. Quia enim ſimplicem perpendicularem motum per G S, verbi gratia, adeoque maximam, quæ in eo eſt, oppoſitionem metitur ipſa G S: motum verò paral-



lelum, & oppoſitione carentem à plaga C S in qua eſt G, vſque in D, metitur recta S D, vel eidem æquidiſtans, & æqualis M I; ſequitur motum obliquum per G D ex vtroque compoſitum,atque adeo ex illo habentem quòd opponatur; ex iſto autem quòd non opponatur habere æqualibus rationibus de perpendiculari, & de oppoſitione. Ergo pilæ motu perpendiculari per GS incidentis oppoſitio ad planum A B eſt vt ipſa G S ſimpliciter : pilæ autem obliquo motu G D incidentis erit propter compoſitionem vt G S, ad S D. Igitur &c.

Lem-

Lemma 2.

QVando incidentia est perpendicularis, planum percutit pila toto impetu: quando verò incidentia obliqua est, impetu diminuto, ea proportione, qua in eius motu minus est de perpendiculari.

Sit pila L D O N cum subiecto ei plano A B (vtrique conueniant conditiones debitæ iuxta præmissas hypotheses) pilæ autem intelligatur à projiciente impressus impetus qualiscunque 8; eaque hoc impetu ex C emittatur secundùm lineam directionis aliquam C E, quæ circumferentiam eius secet in L, atque in O, incedat autem per centrum I. Cùm itaque in pila proiecta, & pulsa, impetus 8 insit, quo illa defertur motu per C E directo; & hic impetus partes pilæ omnes vniformiter occupet; erit quemadmodum in pila quanta, centrum magnitudinis, vt vocant; & in pila graui, centrum grauitatis; ita in eadem pulsa centrum impulsus: imò si pilæ partes ponantur homogeneæ, idem illi erit centrum magnitudinis, & grauitatis, atque impulsus, nimirum I. per id autem centrum incedit linea quædam (vocetur diameter impulsus) circa quam necessariò sunt vndique in pila partes virtutis impulsiuæ æquales.

Quia verò quidquid est impressi impetus in pila, vim impulsiuam suam exercet secundùm lineam directionis, vt C E, aliasque eidem parallelas, vt est G D; vtpote cùm secundùm illas motum vrgeat, non autem secundùm transuersas: sequitur diametrum impulsus cum linea directionis per centrum incedente semper conuenire: vnde in facta hypothesi lineæ directionis C D, diameter impulsus erit L O: & pari modo si pila intelligatur projici ex H per lineam directionis H D, quæ circumferentiam eius secet in N & D, & per I centrum incedat, diameter impulsus erit N D, & ita de alijs.

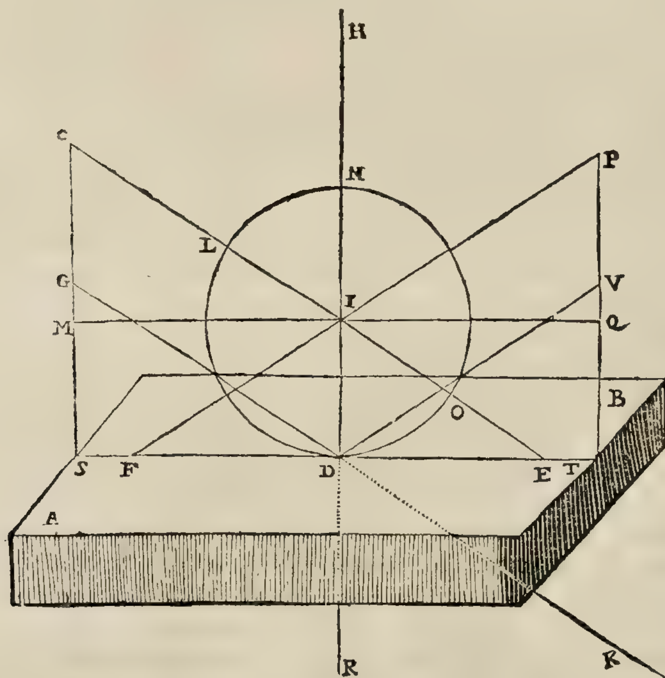
Demum quia percussio fit non puncto aliquo intimæ profunditatis, sed extimæ superficiei: punctum cuiuslibet percussionis, est punctum in superficie pilæ, quo illa cum impetu allapsa planum vtcunque ferit, vt D; sed quando D est simul etiam in diametro impulsus; tunc ipsum D est, & dicitur centrum percussionis; vt accidit quando pila per H D labitur: cùm autem per C E incidit, non est D centrum percussionis, sed est O in summitate nimirum diametri impulsus L O: & ita de alijs seruata proportione.

Nunc itaque dico primò à pila per H D perpendiculariter incidente percuti planum A B toto impetu 8. Cùm enim in communi collisione, vim impetus sui ad percutiendum applicet pila, necessariò integram 8 graduum vim applicat dum percutit illo sui puncto quod est centrum percussionis, vt D, tunc enim hoc ipso percutit collectis in vnum viribus suis omnibus, quatenus vndique partes impetus omnes, circa diametrum N D, æqualiter ad percutiendum vnà incumbunt in D.

At verò è contrà, quia in alio quouis puncto extra centrum percussionis, non

non ita vigere possunt omnes in vnum collectæ vires impetus; idcirco dico secundò in incidentia obliqua per lineam C E non percuti planum à pila toto impetu, sed impetu diminuto; cùm iam punctum percussionis D, non sit centrum percussionis, vt dictum est.

Dico tertiò partes totalis impetus 8, in hac (idẽ de alijs seruata proportione) incidentiæ obliquitate ad percutiendum adhiberi eò pauciores vel plures, quo totalis motus incidentiæ CE minùs habet, vel ampliùs de perpendiculari. Id est, cùm in totali motu obliquo per CE, id quod in eo est de parallelo, metiatur recta S E; id verò quod de perpendiculari est, metiatur similiter perpendicularis C S; si hæc fuerit minor illa, pauciores ad percutiendum impendentur partes impetus, & plures supererunt, quæ non impendentur, vel contrà; ea ratione qua est C S ad S E. Cùm enim percussio non fiat, adeoque impetus ad percutiendum non adhibeatur; nisi pro ratione oppositionis, quam habet motus incidentiæ ad planum percussum:



quantitas verò oppositionis ex præcedenti lemmate sit in motu CE, vt C S ad S E: sequitur quantitatem etiam impetus ad percutiendum adhibiti in motu CE, esse ad residuam eiusdem partem minimè adhibitam, vt est C S ad S E: igitur hæc percussio fit impetu diminuto, ea proportione qua minùs est de perpendiculari in motu per CE: & ita de alijs. Igitur &c.

Co-

Corollarium. 1.

EX dictis hactenus de applicatione impetus in toto, vel in parte, ad percutiendum; licebit distinguere, in motu incidentiæ obliquæ, duas veluti partes impetus, vnam quæ illum efficiat motum secundùm id quod in eo est de perpendiculari; alteram quæ illum ipsum efficiat secundùm id quod in eo est de parallelo: quemadmodum in motu perpendicularis incidentiæ totus impetus confert ad mouendum perpendiculariter.

Corollarium 2.

HInc etiam consequens est, vt quemadmodum totus impetus ad percutiendum applicatur, quando incidentia est perpendicularis: ita quando incidentia obliqua est; tota quidem ea pars impetus ad percutiendum adhibeatur, quæ seruit efficiendo motui incidentiæ secundũ id quod in eo est de perpendiculari: residua verò pars impetus, quæ eidem motui seruit secundùm id quod in eo est de parallelo, minimè adhibeatur ad percutiendum: cùm enim ad percutiendum requiratur oppositio, & contrarietas: hæc autem *ex* 1 *Lemmate* sit maior aut minor, prout in motu incidentiæ plùs minùsue est de perpendiculari; sequitur, vt quemadmodum in incidentia perpendiculari totus impetus motum efficiens totaliter perpendicularem impenditur ad percutiẽdum propter maximam oppositionem, quæ in eo motu est; ita in incidentia obliqua ad percutiendum impendatur ea sola pars impetus, quæ in motu incidentiæ efficit id quod in eo est de perpendiculari; id est id secundùm quod est oppositio: residua verò pars motui seruiens prout habenti de parallelo; percussioni non seruiat: cùm vt sic nullam dicat oppositionem inter pilam, & planum.

Lemma 3.

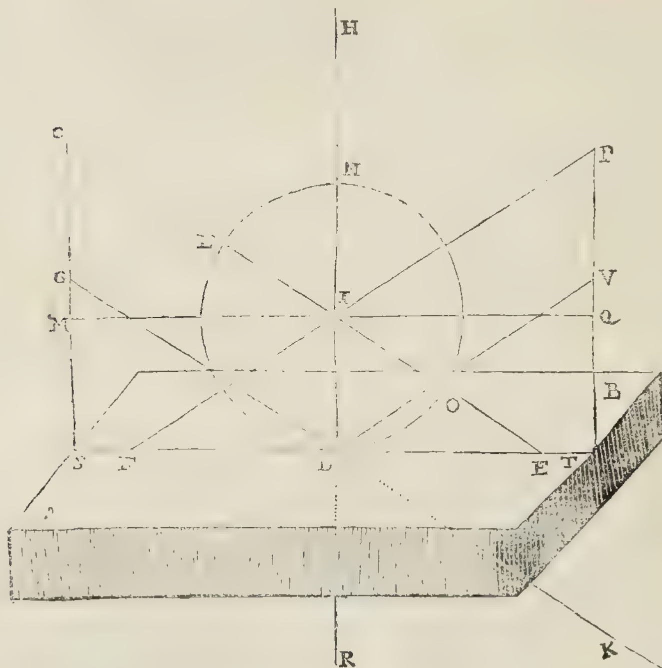
P*Ercussioni repercussio ad æqualitatem respondet secundùm vim impulsus, & repulsus.*

Quia enim *per* 2. *hypoth.* quantùm à pila incidente patitur planum percussum, tantundem in pilam reagit planum repercutiens: sequitur passioni reactionem æqualem esse. Quia verò certum est plani percussi passionem, & pilæ percutientis actionem æquales esse (nam quantùm pila in planum agit, tantùm patitur planum à pila) sequitur actioni æqualem esse reactionem, percussioni repercussionem; *per comm. sentent. Quæ sunt æqualia vni tertio &c.*

Co-

Corollarium 1.

ERgo non tantùm quando perpendicularis eſt incidentia; id eſt, quando iuxta *Lemma 2* toto impetu fit percuſſio; ſed etiam in incidentia obliqua, cùm ſcilicet *iuxta idem Lemma*, percuſſio fit ſecundùm partem aliquam impetus; repercuſſio vel totum impetum, vel dictam eius partem compenſabit ad æqualitatem, impetu contrario nouiter impreſſo, vel priori impetu in contrariam partem determinato *iuxta dicta in 2 hypotheſi*; ita vt vel totus impetus pilæ, vel tanta præcisè eius pars à plano percuſſo retundatur, quanta à pila ad percutiendum impenſa eſt.



Corollarium 2.

ERgo etiam pars impetus, quæ in incidentia obliqua ſeruit motui vt habenti de parallelo, non repercutitur; cùm ab ea parte non fiat percuſſio *per 2 Coroll. Lem. 2.*

Lemma 4.

VIs percussionis, quantùm est de se, & nisi impediatur, pellit pilam in partes vnde incidit, ac per ipsammet lineam incidenitæ.

Quia enim percutiens, & repercutiens, se inuicem pro viribus pellunt; eam verò non exercent luctam, nisi prout sibimet opponuntur *iuxta Lemma* 1; eadem est necessariò inter vtrunque linea mutuæ sicut oppositionis, ita pulsionis: atque adeo secundùm eam ipsam lineam se pellunt, ac repellunt, secundùm quam opponuntur. Cùm autem inter duo, vt pilam L D O N, & planum A B, non nisi vna esse possit mutuæ oppositionis linea (nam si essent duæ lineæ, non vna esset oppositio mutua, sed duæ non mutuæ, quod est impossibile) hæc verò, vt est euidens, ex parte pilæ percutientis, sit linea incidentiæ, vt C E (vel eidem æquidistans G D ad punctum percussionis D terminata) eadem quoque erit ex parte plani repercutientis linea tum oppositionis eius, tum repulsionis actiuæ, & consequenter impetus eadem repulsione impresi.

Hinc verò sequitur, vi repercussionis (quantùm quidem fert eius natura, vt dixi, & cæteris paribus, & dummodo non impediatur) impetum percutientis à repercutiente retorqueri per ipsammet incidentiæ lineam: sicut de facto contingit euidentiùs in incidentia, & repercusione perpendiculari; in qua nihil est quod impediat, vt magis dicam inferiùs.

Id ipsum etiam patebit in obliqua incidentia: si planum A B intelligatur moueri obliquè, id est partim in frontem, & partim in latus, vt secundùm K D G quæ sit linea directionis eius motus: si namque ita motum, offendat & percutiat in puncto D quiescentem pilam (quam, si placet, concipiamus vt indiuisibile quid, ne propter molis magnitudinem non posit ei per omnes partes æqualiter applicari impulsus à plano sic obliquè pellente; id nempe est quod impediret) illi sine dubio imprimet impetum suo similem, qui scilicet per eandem directionis lineam D G moueat. At verò quod faceret motu suo, & pulsu planum; facit suo ad pilæ motum repulsu. Itaque si punctum veluti pila moueatur incidens per G D; repelletur à plano A B per D G: quemadmodum per D H perpendicularem pelleretur si planum A B secundùm lineam directionis perpendicularem R D H impetu moueretur; & ita pilam quiescentem in D offenderet.

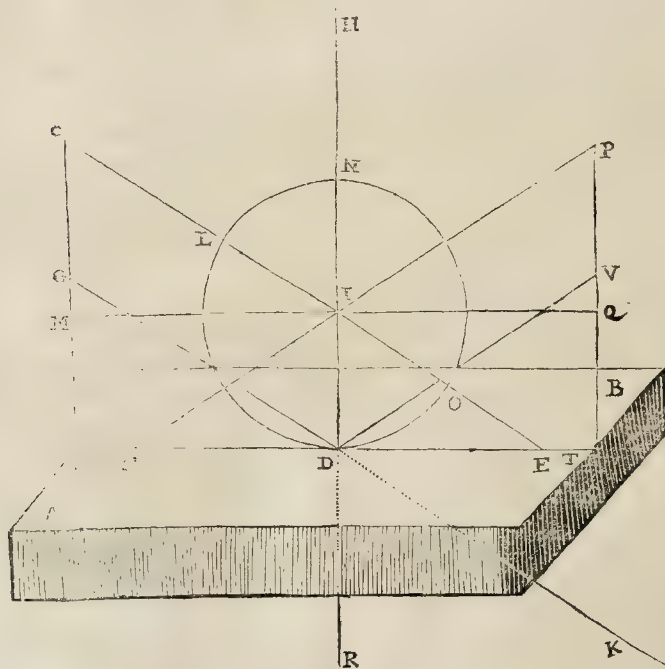
Hinc modò probatur propositum, videlicet angulos incidentiæ & reflexionis æquales esse.

Primò quando incidentia est perpendicularis, vt per lineam H D, angulo recto S D H. Quia enim tunc *per Lemma* 2 totus incidentis pilæ impetus, ad percutiendum impenditur; in eundem etiam totum feretur vis repercusionis, *per Lemma* 3. Quia verò *per Lemma* 4 repercusio quantùm est de se, & cùm nihil impedit, pellit per lineam incidentiæ; sequitur vt quando incidentia perpendicularis est, per eam de facto pellat, quia

tunc

tunc nihil eſt quod impediat, hoc ipſo quod tunc repercuſsio, vt dictum eſt, totum incidentiæ impetum reuerberat. Poſito autem quòd per lineam D H pila repellatur; angulus reflexionis T D H, ſeu S D H, eſt neceſſariò æqualis cum angulo incidentiæ; imò veriùs vnus idemque eſt, cùm ſit vna eademque reflexionis, & incidentiæ linea D H & H D reciprocè ad idem planum A B perpendicularis.

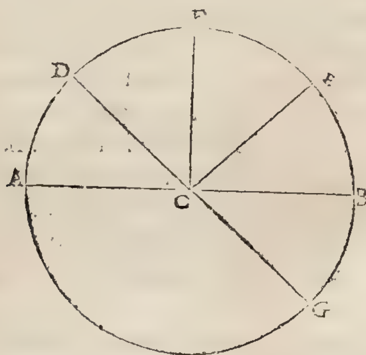
Secundò quando incidentia eſt obliqua ſic proceditur. Quia motus incidentiæ obliquæ ex poſita ſuperiùs diſtinctione triplicis motus, medius eſt inter parallelum, & perpendicularem, & ex vtroque componitur: impetus autem pars, quæ illum vt de parallelo habentem efficit, non ſeruit percuſsioni *per Coroll. 2 Lemm. 2*; atque adeo neque repercutitur *per 2 Coroll. 3 Lem.* ſequitur eam partem ſibimet omnino permitti, vt ex determinatione, quam à primo impellente accepit; moueat ad plagam oppoſitam ei à qua eſt incidentia; *iuxta dicta ad 2 poſtul.*



Hoc poſito repercuſsio ius quidem alienum non inuadens ſinit obliquũ pilæ incidentis à plaga C S motum, vi partialis illius impetus, dirigi in plagam oppoſitam videlicet P T: ſed ius tamen ſuum repetens cogit eundem pilæ motum dirigi ad partes à plano A B tantundem auerſas in plaga P T, quantùm in plaga C S auerſæ erant ab eodem plano partes, à quibus fuit incidentia: id eſt permittit quidem vt motus reflexionis tantundem habeat de

de parallelo quantùm habuit motus incidentiæ; ſed ſimul etiam efficit vt tantundem habeat de perpendiculari quantùm ille. Et conſequenter motus vterque pariter medius eſt; & ijſdem rationibus de perpendiculari, ac de parallelo participat; id eſt, ſi quæ ad parallelum hinc inde pertinent videlicet S E, F T, æqualia ſunt; pari modo quæ ad perpendicularem pertinent, videlicet C S, T P erunt æqualia. Ergo ſi linea motus incidentiæ fuit C E incedens per pilæ centrum I, & faciens cum plano A B angulum S E C; linea motus reflexi incedens etiam per I, erit F P faciens ad idem planum, angulum T F P, ipſi S E C æqualem; alioqui duo motus non participarent ijſdem rationibus de parallelo, & perpendiculari: idem erit ſi linea motus tum incidentis, tum reflexi ſumatur ea, quæ per D punctum collisionis incedit; nimirum G D, & D V. Cùm autem hæc ratio æquè valeat in omni alia obliqua incidentia, probat vniuerſaliter angulos incidentiæ, & reflexionis, quando obliqua eſt incidentia, eſſe æquales. Igitur &c.

Poteſt eadem ratio ſic etiam exprimi, ſit planum A B, & in eo punctum incidentiæ C; deſcribatur autem circa idem C, circulus A G B F, & ex eius aliquo puncto D, incidat pila obliquè per D C, angulo A C D; reflectaturque in E, angulo B C E. Dico æquales eſſe A C D, B C E. Producatur D C, donec circulum ſecet in G; ſimiliterque ipſa C E eundem circulum ſecet in E: erunt ergo æquales inuicem rectæ D C, C G, C E vtpote ſemidiametri. Si itaque ſupponatur pila per D C incidens, motum ab ſque offendiculo in C, proſequi vſque in G, recta ſemita D C G; erit ſub linea A B, motus C G non ſolùm æqualis ipſi D G ſupra eandem A B, vt dictum eſt; ſed etiam erit ſimilis, videlicet æquè obliquus; id eſt æqualiter cum illo habens tum de perpendiculari, tum de parallelo; proptereaque angulum B C G efficiet, qui ad verticem æqualis ſit ipſi A C D *per 15 1 Elem.* Et quia ex demonſtratis partialis idem impetus efficit partem perpendicularem motus obliqui tum incidentiæ tum reflexionis; ſimiliterque alius partialis partem parallelam; tantum de parallelo, & de perpendiculari tribuit motui C E, quantum continuata incidentia tribuiſſet ipſi C G, ergo ſemitæ



CE, & CG, æquales ad CB angulos efficient; erunt ergo BCE, ACD anguli æquales *per comm. sentent. Quæ sunt æqualia vni tertio &c.*

Quæ de reflexione pilæ dicta sunt, argumẽto longè efficaciori transferri possunt ad reflexionem lucis (si ea figuram globosam habere concipiatur, vt dixi initio) impetum enim quo lux mouetur, non ita facilè alterare possunt grauitas, vel alia (vt ex occursu medij diuidendi &c.) impedimenta. Igitur luci, vt postulaueram, concedi tutò potest æqualitas angulorum incidentiæ & reflexionis.

Eiusdem æqualitatis angulorum incidentiæ, ac reflexionis ratio redditur etiam è principijs physicis, sed sub alia consideratione radij lucis.

QVandoquidem lucis propagatæ fit aliquando refractio, & aliquando reflexio; facilè existimare licet aliquam ex parte ipsius esse causam communem refractioni, & reflexioni; quamuis diuersitatis eorum effectuum causa particularis petenda sit ex parte corporum, quæ propagationi diuersimode obsistunt. Nam sine dubio lux, siue refringatur postquam incidit, siue reflectatur propter occursum corporis hoc vel illo modo obsistentis eius propagationi; ipsa tamen vtrobique, dum incidit, quantùm est de se, eodem penitus modo se habet. Sed quia in re omnium maximè visibili, maximè caligant sicut oculi, ita ingenia; satis difficile est nosse, quo lux incidens modo physico se reuera habeat. Attamen si inter cæteros imaginabiles, talis aliquis modus se habendi reperiatur, qui refractionis, & reflexionis rationibus reddendis pariter accommodetur, facilè censeri potest, illum verè modum esse, quo se lux physicè habet respectu vtriusque, aut certè longè similior verò, quàm qui non pariter accommodatur.

Cùm itaque varij secundùm varias hypotheses prosequuti sint refractiones, itemque reflexiones; & vtrasque in suo genere fœliciter explicuerint (saltem quoad veritatem deductæ conclusionis, licet fortè non perinde quoad veritatem assumpti principij) mihi præ cæteris arridet radij directi definitio superiùs à me *ad 1 definit.* relata ex autore Anglo Hobs apud Mersennum nostrum *lib. 7 Opticæ*; eoque magis placet, quò præcipuè ex ea sicut ille refractionum, ita ego reflexionum rationes physicas, ex parte lucis, reddere me posse spero; imò si quam fortè meus hic futurus discursus ab illius demonstrationibus lucem accipiat; puto fore, vt & reddat, attento argumentum veritatis principij positi esse non leue, quòd ex eo æquè facilè ratio reddatur effectuum adeo diuersorum, quidquid interim sit de physica lucis entitate; quia enim difficillimum est eam penitus rimari, nec mihi circa illam penitus probatur sententia dicti autoris; sufficere nunc videtur, si talis quædam adducatur eius conditio naturalis, quæ proximè

causam præbere possit communem refractionibus, atque reflexionibus. Hanc itaque conditionem & causam continet sequens

Hypothesis.

POnatur iuxta ea quæ superiùs dixi *ad 1 definit.* radium directum esse eum, qui sectus plano per axem exhibet in plano secante figuram parallogrammi rectanguli.

Nunc dicam 1 de incidentia & reflexione obliqua, dicturus mox de perpendiculari, Sumo autem in incidentia obliqua lineam lucis, quæ à lucidi linea vt CD, fluens ipsi æqualis, & in EF propagata, radium directum efficiat sensibiliter latum CEFD: cùm enim radius habeat latitudinem ex dictis superiùs *ad 1 definit.* non abs re ponetur habere sensibilem, vt de eo sensibilis demonstratio proferatur: aliàs enim quod de habente sensibilem latitudinem demonstratum fuerit, de alio quouis habente minimam, & insensibilem, simul eademque opera demonstratum pariter intelligetur.

Dicta itaque linea lucis EF in speculum planum (cuius & superficiei reflexionis sectio communis sit recta AB) obliquè incidat quocunque angulo BFD, ita vt terminus F primò feriat speculum, dum terminus alter E adhuc est in sublimi: quod quidem ita necessariò accidet propter obliquitatem incidentiæ: eo autem posito statim à collisione resiliet F; & interim priorem incidentiæ motum prosequetur E: neuter tamen rectam semitam tenebit, ob inductam vtrique, ex primi repercussione vertiginem; sed E quidem à prima sibi propria directionis linea CE deflectens, per curuam quandam EGIL deueniet in aliquod rectæ AB punctum N: ex opposito autem terminus F reflexè mouebitur etiam per curuam, vt FHKMO similem & æqualem ipsi EGILN, hoc ordine; quando nimirum F ascen-

 derit

derit in H, E deſcenderit in G; adeoque erit tunc linea lucis E F propagata in G H: & quando idem F venerit in K, E peruenerit in I; eritque tunc eadem E F, propagata in I K; & ita conſequenter, prout deſcendet E in L, erit F in M: ac demum cùm E allabetur ſpeculo in N; terminus F eleuatus erit in O; eritque tunc linea propagatæ lucis in N O: cuius quia tunc ſimul terminus N percutit incidentiæ ſuæ motu ſpeculum, atque ab eodem repercutitur; reſilit etiam ipſe ſtatim, ſicut priùs reſiliuerat terminus F: ſed quia motus vertiginis, prima in F colliſione inductus, ſecunda nunc in N colliſione comprimitur; linea lucis (quæ iam eſt in N O) ex vi ſui ſolius impetus feretur, vt priùs, motu recto, & radium directum, vt N P Q O, efficiet propagata reflexè angulo vt A N P.

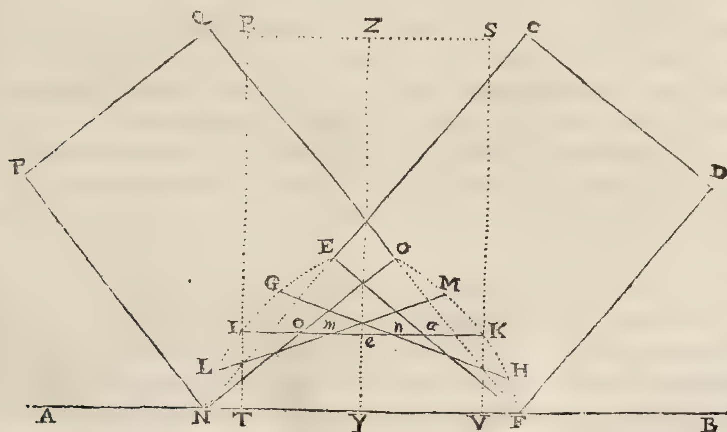
Ne verò quæ dixi toto hoc progreſſu, gratis dixiſſe videar, do ſtatim ſingulorum, ſuo ordine, & gradatim rationes; vt ita demum conſtet angulum reflexionis A N P non poſſe non eſſe æqualem angulo incidentiæ B F D.

Primò ſit in linea lucis E F propagatæ vt dictum eſt, & obliquè incidentis angulo B F D, medium inter E & F punctum *a* quod conſequenter *iuxta dicta ſuperiùs Lemmate 2* ſit centrum impulſus eius lineæ, & ſimul centrum percuſſionis. Et quia quoties mobile obliquè incidens impingit in aliquid obuium, quod vlteriori motus recti propagationi obſiſtit, illudque ferit puncto ſui aliquo, quod non eſt centrum percuſſionis; toties ob inæqualem percuſſionem, ea pars mobilis quæ eſt vltra centrum percuſſionis; vi proprij impetus preſſa inclinatur (teſte etiam ipſa experientia) quaſi adnites proſequi motum priorem; altera interim parte (in qua nimirum eſt punctum ipſum quo facta fuit percuſſio) reſiliente ob repercuſſionem: vnde fit vt toties etiã perturbetur impetus; id eſt vt excitetur in toto mobili motus aliquis vertiginis, & quidem eò velocior quò fortior eſt percuſſio, ac repercuſſio. Dum ergo linea lucis E F ſpeculum ferit non ſui centro percuſſionis *a*; ſed alio puncto nempe F; pars quæ eſt vltra *a* videlicet *a* E, inclinabitur versùs ſpeculum: ſed parte *a* F ob repercuſſionem reſiliente, perturbato impetu vertiginem concipiet ipſa E F: cùm autem ob maximum impetum, quo terminus F incidit & ferit ſpeculum, fortiſſima ſit tum percuſſio tum repercuſſio, citiſſimè vertetur ipſa E F.

Secundò quia prædicto conuerſionis motu, aliqua lineæ E F puncta ſimul cum termino E deorſum, id eſt versùs ſpeculum, feruntur; & ſimul etiã aliqua alia cum termino F ſurſum elata ab eodem ſpeculo recedunt; neceſſe eſt motum illum, prout eſt punctorum eleuatorum atque depreſſorũ, fieri circa aliquod ipſius E F punctum quieſcens, ita inquam quieſcens, vt ipſum neque eleuetur neque deprimatur. Et quia terminorum E F, aliorumque punctorum à centro impulſus *a* æqualiter diſtantium æqualis eſt impulſus (cùm ex hypotheſi *a* ſit centrum impulſus) eſt etiam æqualis velocitas; ac proinde quantùm vrget ſurſum terminus F reflexè motus, tantundem vrget deorſum incidens adhuc terminus E; quia verò inter vtrunque in medio eſt *a*, in *a* neceſſariò complectur vis vtriuſque; iſtius quidem

dem efferens, illius autem deprimens: alioqui dicendum esset eodem instanti idem punctum *a* ab isto efferri, ab illo deprimi; quod est impossibile; sic enim esset *a* in duobus simul locis. Igitur *a* est punctum dicto modo quiescens, circa quod cætera vertuntur.

Tertiò vis repercussionis terminum F vertigine actum resilire quidem cogit (id est *ex Lemmate* 4. impetum eius retorquet quantùm est de se) in partes à quibus inciderat: sed quia motus obliquus, vtpote medius, ex dictis etiam antea, aliquid habet de parallelo; & consequenter *per coroll. 2 Lem. 2.* non totus impetus ad percutiendum impenditur, adeoque residua eius pars nihil patitur à repercussione *per 2 Coroll. Lem. 3*: Sequitur cum prædicto motu vertiginis in linea E F aliquid esse de motu parallelo, itaut punctum eius *a* per lineam rectam *a o* ipsi A B æquidistantem, moueatur, & pro modo eleuationis puncti F ac depressionis puncti E, ex *a* migret in *n* & in *e*, ac mox in *m*, donec tãdem termino E percutiente speculum in N, ipsum *a* venerit in *o*. Hinc autem sequitur curuas vtriusque termini F nimirum & E semitas E G I L N, F H K M O cycloidales esse; promoto enim per lineam rectam *a*, terminus F circa illud rotatus describit cycloidis cuiusdam, si non primariæ, vt vocant, saltem alteriùs in alia specie portionẽ ascendentem; E verò similiter rotatus alterius cycloidis portionem descendentem, vt facilè possem demonstrare.



Quartò dictæ semitæ cycloidales, sunt omnino similes & æquales: similes quidem, quia sunt portiones similes duarum cycloidum eiusdem speciei, hoc ipso quod duo termini E, F, vel sunt in eadem circumferentia circuli genitoris, cuius centrum *a*; vel æqualiter ab ea distant, cùm distent æqualiter ab ipso *a*, & insuper sunt in eadem recta per centrum incedente: æquales verò etiam sunt eædem semitæ; quia in eadem recta A B (quæ vtriusque cycloidis aut basis est, aut basi æquidistat) duos habent terminos N videlict & F; reliquos verò duos E, & O habent in sublimi æqualiter ab

ipſis N & F diſtantes ; cùm ob velocitatis æqualitatem omnimodam in punctis E & F, & propter motum parallelum puncti medij *a* per lineam *a o*; quantùm E motu vertiginis deſcendit versùs N, tantundem F aſcendat versus O. Itaque (quod inde ſequitur) earundem ſemitarum ſubtendentes E N, & F O ſunt inter ſe æquales; quemadmodum æquales etiam ad inuicem ſunt connectentes E F, N O.

Quintò quia motum vertiginis in linea lucis E F excitauerat prima termini F percuſſio ; eundem compeſcet,atque extinguet oppoſita & æqualis repercuſſio termini E lapſi in N ; adeoque impetu (qui priùs erat turbatus) in priſtinũ reſtituto & ſanato,linea lucis in N O propagatæ, prorſus liberatur ab omni rotationis agitatione;ac proinde ſolus ei iam ſupereſt impetus ad motum ſimplicem rectum, vi cuius, vt priùs, in directum *per factam hypot.* propagabitur, adeoque radium efficiet cuius latera ad ipſam recta ſint vt N P Q O : hic verò ex dictis *ſuperiùs ad 1 definit.* eſt radius reflexus, qui cùm efficiat angulum reflexionis A N P ; dico ipſum A N P æqualem eſſe angulo incidentiæ B F D, quod nunc facillimum eſt demonſtratu.

Quia enim ex demonſtratis æquales ſunt duæ E N, & O F ; ſimiliterque duæ E F, & N O ; ſequitur duo triangula N F O,F N E,quæ baſim etiam habent communem N F, eſſe æqualia, & habere angulos O N F, E F N ad baſim æquales *per* 8 1 *elem.* Cùm autem *ex facta ſuperiùs hypotheſi, ſeu ex definit. radij directi,*angulus P N O rectus ſit, quemadmodum D F E; ſequitur A N P, B F D hincinde reſiduos, æquales inuicem eſſe. Idem autem æquè valet in alia quauis incidentia obliqua. Ergo reflexionis & incidentiæ anguli obliqui, ſunt ſemper æquales. Quod erat probandum.

Nunc verò ſimiliter probatur, quando angulus incidentiæ rectus eſt, reflexionis angulum eſſe pariter rectum, atque adeo æqualem angulo incidentiæ : à linea lucidi R S fluat linea lucis ipſi æqualis, quæ propagata radium efficiat, cuius latera R T, S V, ad ſpeculum A B recta ſint ; & ita dicta linea lucis incidat angulo recto , feriatque altero ſui termino ſpeculum in V; dico fore vt idem ſpeculum ſimul etiam feriat altero termino in T. Quia enim R T, & S V *per conſtructionem,*recta ſunt ad A B, & *per dictam hypoth.* ad R S, ſequitur *per* 34 1 *elem.* ea eſſe inuicem æqualia : ergo eodem momento linea lucis vtroque ſui termino, imò ſe tota ferit ſpeculum A B, ipſique congruit in T V. Ergo eodem momento vterque terminus, ipſaque tota incipit reflecti, & æquatis progreſſionum momentis, nulla (vt in obliqua incidentia) intercedente vertigine propagari. Hinc verò ſequitur ab eadem ita reflexè propagata effici radium,cuius latera ſicut ad ipſam T V recta ſunt *ex dicta hypotheſi,* ita ad A B recta ſint : at hoc poſito angulus reflexionis rectus eſt, ſicut angulus incidentiæ ; imò vnus idemque eſt vtriuſque angulus reciprocè A T R, ſiue B V S. Igitur &c.

Monitum.

ADuertis, mi Lector in incidentia perpendiculari nihil esse quod cogat sumi radium, cuius latitudo sit sensibilis; cùm tota linea lucis propagata, æquè simul, & tota feriat speculum (vnde pro linea lucis propagatæ ab R S, in T V, sumi poterat punctum lucis Z propagatum per Z Y incidendo, & rursus per Y Z resiliendo) esse autem quod cogat in incidentia obliqua, vbi neque tota linea speculum ferit, neque simul vtroque sui termino.

Corollarium

EX dictis de reflexione lucis, seruata proportione, dato quolibet & cuiuslibet figuræ corpore secundùm quemlibet angulum incidente, ratio reddi poterit reflexionis eius; si ad tria attendatur, videlicet figuram, diametrum impulsus, & puncti percussionis distantiam à linea directionis: potest enim ob inæqualitatem figuræ contingere, vt non quali incidit angulo mobile reflectatur, sed vel maiori vel minori. Imò aliquando non ad partes quæ sunt vltra axem incidentiæ, sed ad eas quæ sunt citra. Quia verò in linea directionis quacunque siue incidentie siue reflexionis, semper est diameter impulsus; attento puncto percussionis, id est, attenta vt dixi, eius distantia à linea directionis incidentiæ, & attenta dispositione figuræ, statim percipietur quanta inter primam, & secundam repercussionem futura sit, & ad quas partes futura sit agitatio vertiginis, priusquam ineatur reflexa directionis linea. Et insuper intelligetur an reuera post secundam repercussionem aliqua talis iniri possit linea, si attendatur quam habeant puncta vtriusque percussionis dispositionem ad diametrum impulsus: nisi enim hæc duo puncta sint in eadem linea ad dictam diametrũ recta, & ab eadem æqualiter distent, vel certè nisi magis distet punctum secundæ percussionis, mobile non reflectetur per vnam directionis lineam, sed in incertum subsultorio motu feretur titubanter. Alia multa circa hoc dicere possem, sed de industria omitto, ne extra propositum longiùs protrahar, & ita venio ad reliqua postulata.

4 *Speculum in horologio solari pro Gnomone positum ita se habet, ac si punctum incidentiæ in eo sumptum, conueniat centro Sphæræ solaris, & plana eius superficies congruat plano circuli maximi cui æquidistat.*

Fundamentum huius petitionis continetur *prop.* 12 1 *huius*; ibi enim dictum est verticem Gnomonis in horologio solari non distare interuallo sensibili à centro mundi, etsi tota terræ semidiametro distet. Cùm igitur speculum, seu punctum incidentiæ in eo sumptum, videlicet punctum eius medium, sit vertex Gnomonis Catoptrici *per definit.* 8 *huius*, erit quo ad hoc vtriusque Gnomonis eadem ratio, vt scilicet centrum speculi cen-

ſeatur cohærere centro mundi, atque adeo centro omnium circulorum maximorum in Sphæra: quare etiam ſuperficies ſpeculi (plana, inquam, ſuperficies, quia ſpeculo plano hac in re maximè vtimur) eadem de cauſa cenſeri debet cõgruere plano circuli maximi cui æquidiſtat hoc ipſo quòd ei æquidiſtat: cùm enim ab eo non diſtet (ſenſibiliter inquam) ſublato diſtantiæ interuallo, ſupereſt vt ei congruat. Vnde ſequitur, vt anguli omnes tum incidentiæ tum reflexionis, quos ad ſpeculum in horologio debitè collocatum, verbi gratia, Horizonti parallelum, fecerit radius ſolaris; ſumendi ſint pro angulis, quos idem radius efficit ad planum ipſius Horizontis, qui per mundi centrum incedit. Dixi, in horologio ſolari, quandoquidem in horologio lunari non pariter valet ea ratio: quia enim vt *eadem propoſ.* 12 *lib.* 1. oſtendi, terræ ſemidiameter non eſt quid inſenſibile, ſed eſt reuera multum ſenſibile interuallum reſpectu diſtantiæ Lunæ à terra; anguli qui à radio lunari fierent ad planum Horizontis per mundi ſeu terræ centrum tranſeuntis, multùm ſenſibiliter differrent ab angulis, qui ab eodem radio fierent ad ſpeculum planum parallelum quidem eidem Horizonti, ſed in terræ circumferentia collocatum.

5 *Filum tenuiſſimum, ſi validè intendatur inter duo puncta, mediocri interuallo ab inuicem ſeparata, euadit in lineam ita rectam, vt abſque errore ſenſibili in opere Gnomonico, poſſit pro linea mathematicè recta ſumi, præſertim ſi non Horizonti parallelum tendatur.*

Galilæus *de motu proiectorum dialogo* 4 *in fine* demonſtrauit funem vel aliquid ſimile, non poſſe vi vlla, niſi infinita, adeo intendi inter duo puncta ab Horizonte æqualiter eleuata, vt ad lineæ rectitudinem mathematicam adducatur: quæ demonſtratio ex hoc mechanico principio procedit; quòd nimirum mouens, licet exiguarum virium, ſi tamen cum velocitate moueat; poterit ſuperare quantamlibet reſiſtentiam mobilis tardè mouendi; dummodo ſit maior proportio velocitatis ad tarditatem, quàm reſiſtentiæ ad vires exiguas; vt patet in vecte, & in ſtatera.

Nihilominus filum tenuiſſimum (quod ſi placet ſupponamus ſericum, geminis tantum iiſque tenuiſſimis in ſeſe contortis ſtaminibus bene compactum) licet pondere aliquantulo ſuo preſſum, & incuruatum rectitudinem lineæ mathematicam refugiat, ab ea tamen vix recedit; imò ſenſibiliter non recedit, ſi validè intendatur; & interuallum, quo puncta, ſeu termini tenſionis ab inuicem diſtant, non ſit maius quàm 25, vel 30 palmorum aut circiter.

Nam primò huiuſmodi filum, vtpote tenuiſſimum, parum habet ponderis; & quando eſt explicatum, ac extenſum vix grauitat in ipſo aere; adeo vt ab ipſo quaſi ſuſtineri videatur; quod patet quia ſi ſibi ipſi relinquatur vt decidat, non facilè aerem diuidit, & motu ſatis tardo cadit.

Secundò vero tortilium ſtaminum bombycinorũ conſtantiſſima tenacitas eſt, ac proinde validam admodum ſine fractione tẽſionem facilè patitur. Igitur in mediocri fili longitudine proportio quã habet, vel habere po-

teſt

teſt velocitas grauitatis valde exiguæ trahentis deorſum, & incuruantis idem filum; ad magnam reſiſtentiam virtutis validè, licet tardè attrahentis, & in directum adducentis idem filum, non eſt ſenſibiliter maior proportione, quam habet eadem virtus validè & tardè attrahens &c. ad exiguam reſiſtentiam eiuſdem grauitatis incuruatis &c. Ergo hæc illam non ita ſuperabit, vt curuitatem ſenſibilem efficiat. Ergo in opere gnomonico poterit filum ita conuenienter intendi, & ſic in directum adduci, vt nulla in eo curuitas ſenſibilis relinquatur.

Neque verò vllum eo ex capite periculum erroris erit; non magis certè, quàm ſi loco fili adhiberetur regula quæuis lignea vel ænea exquiſitiſſimæ rectitudinis, quantam ei ars conferre poſſit: quinimo filum ego adhibeo, vt pote rectitudinis longè fideliſſimæ præ regula quacunque, quam artificis ſolertiſſima manus elaborare valeat: & dato etiam quòd regula fideliſſimæ, & mathematicæ rectitudinis conderetur; hæc tamen cùm non poſſit non eſſe quodammodo flexibilis, habeatq; grauitatem valde notabilem, & tantò maiorem, quantò eſt materiæ minùs flexibilis (vt patet in materia lignea & ænea) non poterit non incuruari ab ſuo ipſius pondere, præſertim ſi fuerit eius longitudo vel mediocriter notabilis.

Præterea ſi eſſet aliquod periculum erroris, occurri facilè poſſet obſeruata ſemel quantitate curuitatis; ſed hæc (vt hoc etiam addam) deprehendi ſenſu nequit; me enim faciente accuratiſſimum huius rei experimentum, filo etiam non admodum validè intento, nullam in tota palmorum 30 longitudine curuitatem animaduertere potuerunt multorum oculi perſpicaciſſimi: optimè enim conueniebat filum cum linea viſuali, & cum puncto, quod in medio totius ſpatij, in directum inter vtrunque extremum punctum, diſpoſitum fuerat ſecundùm rectitudinem lineæ viſualis dirigentis.

6 *Speculum cylindricum æquiualet infinitis ſpeculis planis tangentibus eius ſuperficiem. Vel æquiualet ſpeculo vni plano ſuperficiem eius tangenti, & continuè circa eiuſdem axem circumducto. Vel qualibet linea longitudinis in eius ſuperficie ſumi poteſt pro ſpeculi plani linea, quæ ipſi congrueret in communi vtriuſque ſpeculi contactu.*

Huius rei ratio ex eo peti poteſt, quòd quemadmodum circulus eſt quoddam veluti poligonum infinitorum laterum, ita cylindrus ſit quoddam priſma infinitarum facierum.

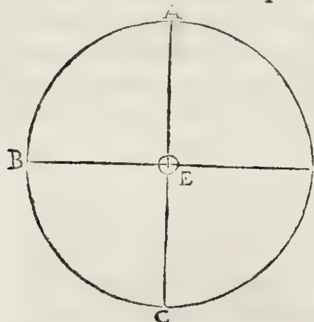
Theoria

Theoria reflexionis radij ſolaris pro conſtructione Sphæræ Catoptricæ ad quemlibet datum plani ſpeculi ſitum.

Propoſitio I.

Circulus maximus, in cuius plano fuerit ſpeculum, retinet in Sphæra Catoptrica proprium sibi locum, quem in Sphæra Naturali obtinet.

SIt circulus maximus in Sphæra quicunque, vt Horizon A B C D, in cuius centro E ita collocetur ſpeculum, vt in eius quoque plano ſit; neque angulum vllum cum eo efficiat: luceat verò Sol in quouis eius puncto A. Dico Horizontem A B C D reflexione non moueri loco, ſed in Sphæra Catoptrica perinde ac in Vera, proprium ſibi ac naturalem locum retinere. Quia enim Horizon nullum cum ſpeculo angulum efficit, ſequitur radium Solis in Horizonte exiſtentis, vtpote radium A E, non facere etiam angulum cum eodem ſpeculo, ac proinde nullam ab eo pati reflexionem; ſed per planam tum ipſius ſpeculi, tum Horizontis ſuperficiem, quæ vna eſt; illæſum recta via protendi in oppoſitum periphæriæ punctum C: alioquin contra 1 11 *elem.* pars lineæ rectæ eſſet in ſubiecto plano, & pars in ſublimi. Quia igitur punctum C eſt in eodem plano Horizontis, in quo eſt A; ſequitur punctum A ea proiectione non ferri extra locum naturalem totius circuli Horizontis. ergo Horizon ipſe quoad hoc punctum è totali ſuo loco non dimouetur; idem autem dicendum de alijs punctis eodem modo. Ergo circulus maximus &c. quod fuerat demonſtrandum.



Corollarium

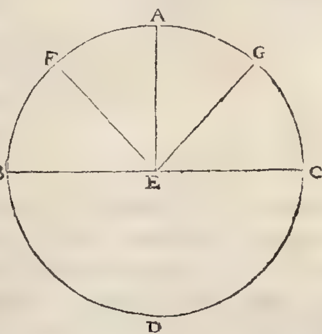
SIngula puncta huiuſmodi circuli, in cuius plano fuerit ſpeculum, mutant loca propria, & transferuntur, licet ſine reflexione, vt dictum eſt, ad loca ex diametro oppoſita, vt A in C, & B in D, & ſic de alijs; vnde totus circulus A B C D dicitur inuerti; puncta verò inuicem oppoſita, dicuntur commutari.

Pro-

Propositio II.

Circulus maximus, cui speculum ad angulos rectos fuerit, retinet in Sphæra Catoptrica proprium sibi locum, quem in Sphæra Naturali obtinet.

SIt circulus maximus quicunque, vt Meridianus ABDC, & in eius centro speculum E in plano Horizontis BC; & consequenter ipsi Meridiano ad rectos angulo. Dico Meridianum reflexione non motum iri loco suo. Primò enim si Sol in Zenith A, vel in Nadir D steterit, radius reflectetur in se ipsum; *per 3 postul.* quia incidentia tunc erit perpendicularis; & consequenter etiam reflexio: si autem luceat Sol in B, vel C communibus Meridiano & Horizonti punctis, transibit in punctum oppositum sine reflexione, *per præcedentem*; denique si in quouis alio puncto Meridiani, vt F, fuerit Sol, radius ex F incidens in E ex eodem E reflectetur in G, ita videlicet vt in circulo Meridiano sit G quemadmodum & F. Quia enim *per 2. postul.* radius incidens, & reflexus in vno sunt plano ad speculum recto, quod *per 7 definitionem* vocatur superficies reflexionis; sequitur vtrunque prædictum radium FE & EG esse pariter in plana Meridiani superficie, quæ in hac hypothesi est ipsamet superficies reflexionis: cùm enim ad speculum recta sit & in ea contineatur radius incidens FE (vt supponitur, quatenus in ipsa circuli circumferentia est Sol F, & in eiusdem centro, punctum incidentiæ E) in eadem simul reperitur radius reflexus EG Meridianum secans in G. Ergo Meridiani puncta A, D, B, C, dicta reflexione non recesserunt à plano, & circumferentia eiusdem: ergo quoad illa non mutauit locum Meridianus. Est autem eadem ratio non solùm de cæteris punctis eiusdem Meridiani; Sed etiam de quouis alio circulo maximo ad speculum recto. Ergo circulus maximus &c. Quod fuit demonstrandum.



Corollarium.

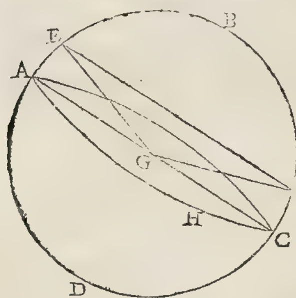
HViusmodi circuli puncta singula mutant locum vt B in C, F in G; exceptis A & D, quæ sunt in axe reflexionis, illa enim in seipsa reflectuntur, vt dictum est; quare hic circulus ita inuertitur vt semicirculus ABD transeat in locum semicirculi ACD.

Pro-

Propositio III.

Circulus minor parallelus circuli maximi, in cuius plano exiſtit ſpeculum, retinet in Sphæra Catoptrica proprium ſibi locum, quem in Sphæra Naturali obtinet.

SIt A H C circulus aliquis maximus, vt Æquator, cuius poli B D. Sit etiam eius, circa E F diametrum, parallelus quicunque vt Tropicus Cancri: ſpeculum autem collocetur in centro G in plano Æquatoris. Dico fore vt Tropicus E F, reflexione non moueatur loco ſuo naturali totali. Sumatur in parallelo, quodlibet punctum E, per quod, & per polos B, D, ducatur planum faciens in Sphæra quidem circulum Meridianum A B C D, in parallelo autem, & Æquatore communes ſectiones E, F, A, C, Sole enim lucente in puncto Cancri E ſi radius ex E incidat in G, indeque reflectatur in F: in primis *per præcedentem*, punctum F erit in circulo Meridiano quemadmodum & E: cùm Meridianus ad ſpeculum rectus ſit; vt & ad Æquatorem, in cuius plano eſt ſpeculum. Et quia *per 3 poſtul.* angulus reflexionis C G F æqualis eſt angulo incidentiæ A G E; erit arcus C F æqualis arcui A E *per conuerſam 27 3 elem.* Quia verò Tropicus Cancri, cùm ſit parallelus Æquatori, æqualem ex vtraque parte Meridiani arcum abſcindit, erit F communis eius Tropici & Meridiani ſectio ex vna parte, ſicut ex alia E eſt communis etiam vtriuſque ſectio; & conſequenter erit F in circumferentia Tropici Cancri, ſicut & E. Itaque punctum E non proijcitur extra locum naturalem totius circumferentiæ Tropici Cancri, ergo quoad hoc punctum, loco ſuo non mouetur Tropicus: eſt autem eadem ratio de alijs eius punctis. Igitur Tropicus, & pari ratione quiuis alius circulus minor, &c. Quod fuit demonſtrandum.



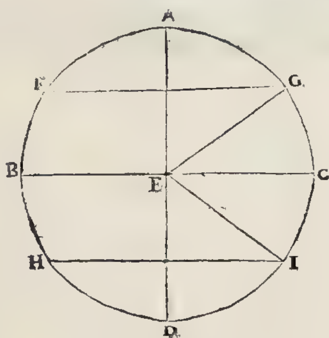
Corollarium.

SIngula puncta huiuſmodi circuli mutant loca propria & transferuntur ad loca diametraliter oppoſita, vt E in F, & ſic de alijs: propter quod circulus ipſe dicitur inuerti.

Propoſitio IV.

Circulus minor parallelus circulo maximo, cui ſpeculum ad angulos rectos eſt, retinet quidem in Sphæra Catoptrica ſitum ſimilem ei, quem in Sphæra Naturali obtinet; ſed locum mutat, transferturque in alteram partem vltra circulum maximum, cui eſt parallelus.

Sit quicunque circulus maximus circa diametrum B C, vt Horizon, cui perpendiculariter in centro E inſiſtat ſpeculum. Sit etiam aliquis Almucantarath, ſupra Horizontem, circa diametrum F G. Dico fore vt hic reflexione appareat ſub Horizonte, parallelus & æqualis ſibi ipſi. Intel-

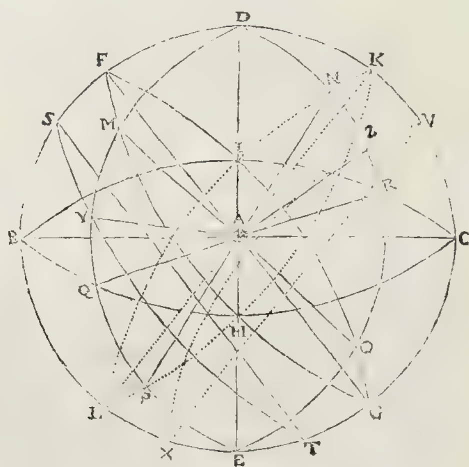


ligatur circa diametrum I H, circulus oppoſitus, & æqualis dicto Almucantarath, parallelus eidem Horizonti: & ſumpto quolibet puncto G in Almucantarath, ducatur per ipſum, & per lineam E C. (ſit autem E C axis reflexionis) planum ſecans, quod in Sphæra faciat ſectione circulum maximum A B D C, ſpeculo perpendicularem; & in duobus parallelis communes ſectiones F G, H I abſcindentes è circulo A B D C æquales arcus G C, C I *per 18 2 lib. Sphæric. elem.* Quare ſi Sol in puncto G luceat, radius incidens in centrum E, reflectetur in circuli A B D C circumferentiam *per 2 huius*; & in eius punctum I ob æqualitatem angulorum G E C, I E C, quos radij conſtituunt cum E C axe reflexionis. Similiter demonſtrabitur cætera ſuppoſiti Almucantarath puncta reflecti in circumferentiam circuli circa diametrum H I deſcripti, qui per conſtructionem circulo maximo circa diametrum B E C deſcripto parallelus eſt, & æqualis ipſi Almucantarath F G. Patet ergo propoſitum.

Propositio V.

Circulus maximus in Sphæra Naturali ad ſpeculum quidem inclinatus, ſed tamen perpendicularis alteri circulo maximo ſecanti ſpeculum ad angulos rectos, eſt quoque in Sphæra Catoptrica, eidem circulo maximo perpendicularis; ad ſpeculum verò similiter inclinatus.

SIt Circulus maximus quicunque B H C I, & in eius plano ſimulque in centro A ſpeculum, cui perpendicularis ponatur D A E axis reflexionis. Incedat verò per D A E alius maximus circulus B D C E, qui rectus erit tum ad circulum B H C I, tum etiam ad ſpeculum, quod ipſi congruit. Demum intelligatur maximus circulus F H G I circulum B H C I, & ſpeculum obliquè, perpendiculariter verò ſecans circulum B D C E, & faciens communem ſectionem cum illo quidem H A I, cum iſto autem F A G.



Dico circulum F H G I ita reflecti, vt in Catoptrica Sphæra appareat circulus eidem B D C E perpendicularis, & ſpeculo ſimiliter inclinatus. Sumatur D K æqualis arcui D F; & per K lineamque H A I ducatur planum reddens in ſuperficie Sphærica maximum circulum K I L H, cuius ſectio communis cum circulo B D C E ſit recta L A T; & H A I erit ſectio communis cum circulo B H C I. Primò conſtat *per 2 huius*, punctum F incidens per radium F A in ſpeculum, reflecti in punctum K: eſt enim *ex constructione* B D C E circulus maximus ad ſpeculum perpendicularis; & in eo tanquam in plano reflexionis angulus incidentiæ F A D æquatur angulo re-

flexionis

flexionis D A K; cùm *ex constructione* æquales sint arcus D F, & D K: & eadem ratione constat etiam punctum G reflecti in L. Secundò puncta H & I commutantur inuicem, vt apertum est. Igitur quatuor iam assignata puncta circuli F H G I locum apparentem habent in perimetro circuli K I L H; F scilicet in K, & G in L, & H in I, atque vicissim I in H.

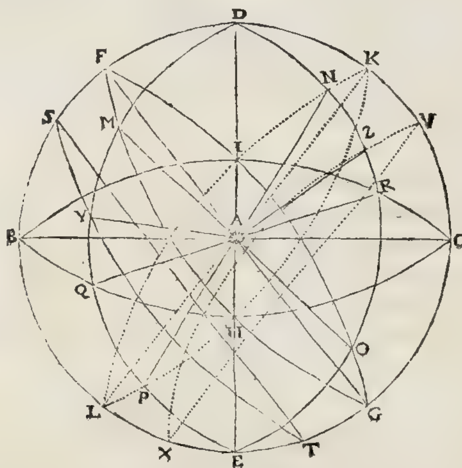
Iam verò sumatur in eodem circulo F H G I, quodcunque aliud punctum M; per quod & per axem reflexionis D A E ducatur circulus D M E N faciens cum circulo B H C I, sectionem communem Q A R, & cum circulo F H G I sectionem M A O, & cum circulo K I L H sectionem N A P. Sic autem demonstrabimus circuli F H G I punctum M cadere reflexè in aliquod punctum circuli K I L H. Quia enim in duobus triangulis Sphæricis M F D, & N K D, duo anguli duobus sunt æquales, videlicet vterque D ad verticem; & F atque K *per constructionem* pariter recti; & duo latera D F ac D K (quæ iam *ex constructione* supponuntur æqualia) dictis hinc inde æqualibus angulis subiecta sunt; sequitur *per 52 lib. 3 de triang. Ioann. de Reg. Monte*, angulo D M F æqualem esse angulum D N K, & latus K N, lateri F M; necnon latus D N lateri D M æquari. Quòd cum ita sit, punctum N est commune vtrique circulo, videlicet D M E N & K I L H. Quoniam igitur arcus D M, D N sunt æquales, erunt etiam æquales anguli M A D, N A D, illis insistentes; quare cùm M A sit radius incidens; D A axis reflexionis, erit N A radius reflexus, & consequenter circuli F H G I punctum M reflexè cadit in N punctum circuli K I L H. Idem de cæteris eiusdem F H G I circuli punctis. Ergo omnia puncta huius circuli reflexionem suam habent in perimetro circuli K I L H, qui propterea est idem ipse F H G I in Sphæra Catoptrica apparens.

Rursus H A I *per 19 11 elem.* erit perpendicularis plano circuli B D C E, vtpote communis sectio duorum planorum eidem circulo perpendicularium *per constructionem*. Ergo circulus apparens K I L H transiens per H A I erit *per 18 eiusdem* similiter perpendicularis circulo B D C E. Et cùm H A I sit perpendicularis plano B D C E, erit etiam perpendicularis lineis A C, A K; & consequenter K A D erit angulus inclinationis circuli I K H: & eadem ratione erit F A D, angulus inclinationis plani I F H; sed anguli K A D, F A D demonstrati sunt æquales: ergo plana circulorum F H G I K I L H erunt circulo B H C I, seu speculo æqualiter inclinata. Quod propositum erat demonstrare.

Propositio VI.

Circulus minor in Sphæra Naturali, parallelus circulo cuiuis maximo ad speculum inclinato, est pariter eidem parallelus ac sibimet æqualis in Sphæra Catoptrica.

REpetatur figura propositionis 5 præcedent. cum omnibus vt ibidem suppositæ sunt; ac præterea sit S T parallela rectæ F G, & circa eam tanquam diametrum, circulus minor (cuius tamen sola in schemate semi-



circumferentia S Y T exprimitur) æquidistans maximo circulo F H G I, & alium maximum D M E N secans in Y. Dico hunc circulum minorem ita reflecti, vt in Sphæra Catoptrica appareat similiter æquidistans eidem F H G I apparenti *per 5* in K I L H. Sumatur K V æqualis arcui F S; & sic totalis arcus D V æqualis erit totali D S; adduntur enim æqualibus æqualia: iam per V recta ducatur ipsi L A K parallela V X, quæ necessariò erit æqualis rectæ S T, cùm enim ambæ à duabus rectis sibi parallelis, & per A centrum incedentibus æqualiter distent propter æqualitatem arcuum K V, & F S, distant etiam æqualiter ab ipso centro A; ac proinde *per 14 prop. 3 elem.* sunt inter se æquales. Si itaque circa rectam V X tanquam diametrum, ducatur V Z X circulus parallelus circulo maximo apparenti K I L H; erit hic minor circulus necessariò æqualis ipsi SYT, *per 1 definit. 3 elem.* sunt enim ex iam demonstratis æquales amborum diametri VX, ST.

Ipsum verò circulum minorem, qui est circa S T, ita reflecti, vt appa-

reat

reat in V Z X ſibi æqualis, & ipſi K I L H parallelus;ſic demõſtrabitur. Primò enim quia arcus D V & D S, ſunt (vt iam demonſtratum eſt) æquales; & D A eſt axis reflexionis; ſi angulus incidentiæ eſt D A S, angulus reflexionis illi æqualis, erit D A V: ac proinde circuli S Y T punctum S reflexè apparet in V puncto circuli V Z X.

Deinde circulus maximus D M E N, minorem qui circa diametrum V X, ſecet in Z;quemadmodum illum,qui eſt circa diametrum S T,ſecat in Y; & hoc ſuppoſito, punctum Y reflexè cadere in Z (ita vt in plano reflexionis D M E N angulus reflexionis D A Z æqualis ſit angulo incidentiæ D A Y) ſic demonſtratur. Quia enim in duobus triangulis Sphæricis Y S D, Z V D, duo anguli duobus ſunt æquales nimirum Y D S, & Z D V ad verticem; ac etiam Y S D & Z V D, cum ſint *per constructionem* recti: & quia inſuper duo latera D S, & D V iam ex demonſtratis inuicem æqualia,dictis duobus hincinde angulis æqualibus ſubiecta ſunt: ſequitur *per 52 lib. 3 de triang. Ioann. de* Reg. Monte angulos D Y S, D Z V eſſe æquales, & latera V Z, S Y eſſe ſimiliter æqualia; ac inſuper latus D Z lateri D Y eſſe æquale: cùm igitur æquales ſint arcus D Z, D Y; anguli reflexionis D A Z,& incidentiæ D A Y illis inſiſtentes, ſunt *per 27 3 elem.* æquales. Igitur punctũ Y reflexè apparet in Z: at Z eſt punctum circuli minoris V Z X; quemadmodum Y eſt punctum circuli S Y T. Igitur &c. Et ita oſtendi poteſt de cæteris punctis. Igitur omnia puncta circuli S Y T, apparent in circumferentia circuli minoris illi æqualis V Z X, qui propterea eſt ille ipſe in Sphæra Catoptrica apparens, æqualis ſibi ipſi, & parallelus ipſi K I L H. Igitur circulus minor in Sphæra Naturali, &c. Quod fuit demonſtrandum.

Propoſitio VII.

Quem circulum in Sphæra Vera Sol tenuerit, eundem eodem tempore, in propria Sphæra Catoptrica, ſolis vice radius reflexus tenet.

QVia enim *per definit. 9 huius* Sphæra Catoptrica à Vera Naturali non differt niſi ratione ſitus, quem *iuxta dicta præcedentibus propoſitionibus* (ſaltem magnam partem) à vero diuerſum circulis tribuit reflexio: ex hac autem euenit, vt locus verus cuiuſlibet circuli, vel cuiuslibet puncti, in apparentem commutetur, ſeu (quod idem eſt) euenit vt verus circulus, ſeu verum veri circuli punctum, fiat circulus apparens,aut circuli apparentis punctum item apparens: Sequitur locum apparentem veri puncti, aut veri circuli, in quo Sol dato tempore verſatur, ibi eſſe vbi eodem tempore reperitur radius reflexus, qui vice Solis eſt, ſeu Sol ipſe apparens: vel (quod in idem recidit) ſequitur Solem eodem tempore verè

ſimul & apparenter eundem circulum poſſidere. At verè poſſidet in Sphæra Vera, apparenter autem in apparente Catoptrica. Igitur quem circulum, &c. Quod fuit &c.

Corollarium

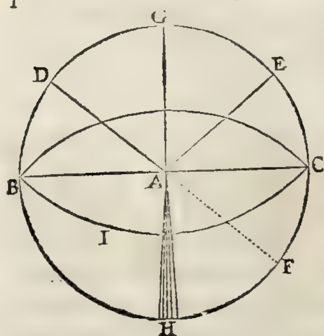
Motus Solis apparentis in Sphæra Catoptrica, ſimilis omnino eſt motui Solis in Sphæra Vera. Motus enim non fit niſi locum vnum deſerendo, & alium acquirendo; igitur ſi locus vnus derelictus cum alio derelicto; & vnus acquiſitus cum alio acquiſito ſimilitudinem habuerint, qui inde conſtiterint motus, neceſſariò erunt ſimiles: at in Sphæra Vera & Catoptrica ita ſe habent quælibet Solis loca, vt oſtenſum eſt; imò locus Solis in Sphæra Catoptrica, idem eſt qui in Sphæra Vera, ſed in hac eſt verè, in illa eſt apparenter. Igitur &c.

Radius reflexus, & vmbra directa ſecundùm rationes gnomonicas inuicem comparantur.

Propoſitio VIII.

Si lucente Sole, ab eodem Sphæræ centro hinc vmbra directè, inde radius reflexè emittatur, erunt pariter vmbra radiuſque in eodem plano circuli maximi ad ſpeculum recti.

Sit quicunque circa B C diametrum circulus maximus B I C, vt Horizon; cui in A centro congruat ſpeculum; ipſi autem ſpeculo ſimulque Horizonti ad angulos rectos inſiſtat maximus alius quiuis circulus B G C H, ex cuius puncto quolibet D, radius incidens D A, reflectatur ex A in E: deinde intelligatur ſtylus aliquis vt H A, tangens vertige centrum A, & generans vmbram A F ex eodem iam dicto incidente radio D A. Dico radium reflexum A E, & vmbram A F, eſſe pariter in plano circuli maximi B G C H.



Cùm enim linea vmbroſa A F in vnam rectam coincidat cum radioſa D A, *per 13 1 huius*; neceſſe eſt tam vmbram, quàm radium directum ſimul in vno eſſe plano; alioqui pars lineæ rectæ in plano eſſet, & pars in ſublimi *contra 1 11 elem.* Quia verò *per 6 definit. huius*, radius reflexus A E eſt ſimul cum incidente D A in eadem ſuperficie reflexionis, quæ *per 2 poſtul.* ad ſpeculum recta eſt; ſequitur

ambos pariter esse in plano circuli maximi BGCH: hic enim *per constructionem* est ad speculum rectus; & in eo iam supponitur esse radius incidens DA: at ostensum est iam in eodem circuli BGCH plano, esse quoque lineam vmbræ AF. Igitur si lucente Sole, &c. Quod fuit demonstrandum.

Propositio IX.

Si lucente Sole, ab eodem Sphæræ centro hinc vmbra directè, inde radius reflexè emittatur; æquales inuicem angulos ad circulum maximum, cui congruit in centro speculum, vmbra radiusque efficient.

REpetatur figura præcedentis propositionis; & hic sumantur penitus omnia iuxta suppositiones idem factas: ac insuper radius reflexus AE, & linea vmbræ AF ad idem circuli BIC planum angulos efficiant, vmbrosum quidem CAF, radiosum verò CAE. Dico eos esse inuicem æquales. Quia enim posito incidentiæ angulo BAD, non solùm *per 3 postul.* angulus reflexionis CAE; sed etiam *per 15 1 elem.* æqualis illi est ad verticem angulus vmbrosus CAF; sequitur huic ipsi CAF æqualem esse angulum reflexionis CAE *per comm. sent. Quæ eidem æqualia, & ad inuicem sunt æqualia.* Igitur si lucente Sole ab eodem Sphæræ centro, &c. Quod fuit demonstrandum.

Propositio X.

Si lucente in propria Sphæra Sole, fuerint duo plana circulo maximo, cui congruit in centro speculum parallela; & ab eodem centro in eorum vnum vmbra directè, in alterum verò reflexè radius cadere intelligatur; æquales inuicem erunt radij vmbræque inclinationes ad ipsa plana.

INtelligatur circa diametrum BC maximus quilibet circulus, vt Horizon; cui congruat in A centro speculum. Duo autem plana per rectas IK, LM incedant sibi inuicem, ipsique per BC incedenti Horizonti parallela. Deinde circulus maximus quicunque ad Horizontem rectus BDCE faciat cum eo communem sectionem BAC, & cum vtroque dicto plano sectiones etiam communes IK, & LM: luceat verò Sol in quocunque dicti circuli maximi puncto F, & per A centrum ab erecti styli LA vertice, vmbra emittatur AH, plano per rectam LM incedenti occurrens in O: necnon ab eodem centro A, seu speculo ibidem collocato reflexus radius emittatur AG, plano, quod per IK rectam transit occurrens in N.

Dico

Dico inclinationem reflexi radij A N ad planum I K, æqualem eſſe inclinationi vmbræ A O, ad L M; ſiue quod idem eſt *per 5 definit. 11 elem.* angulum radioſum A N I, & vmbroſum A O L eſſe inuicem æquales. Quia enim recta F H incidit in duas parallelas B C, & L M erit *per 29 1 elem.* angulus vmbroſus A O L æqualis angulo incidentiæ F A B, itemque *per eandem* erit angulus A N I æqualis angulo G A C; quia ſimiliter recta G A incidit in duas parallelas B C, & I K. At G A C, vtpote angulus reflexionis, eſt æqualis angulo incidentiæ F A B. Igitur angulus radioſus A N I erit æqualis vmbroſo A O L *per communem ſententiam. Quæ ſunt æqualia duobus æqualibus ſunt æqualia inter ſe.* Igitur inclinatio radij reflexi ad planum &c. Quod fuit, &c.

Propoſitio XI.

Si lucente Sole, ab eodem Sphæræ centro hinc vmbra directè inde radius emittatur reflexè in idem planum ſpeculo perpendiculare; æquales inuicem erunt anguli quos ad ipſum vmbra radiuſque efficient.

INtelligatur circa diametrum B C maximus quicunque circulus, vt Horizon, cui ad centrum A congruat ſpeculum: vtrunque verò ad angulos rectos ſecet circulus quilibet alius maximus B D C E ſit deinde planum aliquod Horizonti ac ſpeculo perpendiculare: cuius ſectio cum circulo B D C E communis ſit recta I K parallela ipſi D A E axi Horizontis & axi reflexionis: Sole autem in quocunque circuli B D C E puncto F lucente, ab erecti Gnomonis L A vertice, ſeu Sphæræ centro A miſſa vmbra A H, plano per rectam I K incedenti occurrat in M, & radius A G ab ſpeculo in eodem A centro exiſtente reflexus, eidem plano (perinde eſſet ſi alicui alteri ipſi parallelo) occurrat in N. Dico angulum A N L eſſe æqualem angulo A M L. Nam *per 29 1 element.* angulus A M L æqualis eſt angulo F A D (ſiquidem recta F H in duas rectas I K, D E *ex conſtructione* parallelas ſecat in A & M) & ſimiliter *per eandem* angulus A N L æqualis eſt angulo G A D, cùm recta G A eaſdẽ parallelas I K, D E, ſecet in N & A. At cùm ſit axis reflexionis A D, erunt

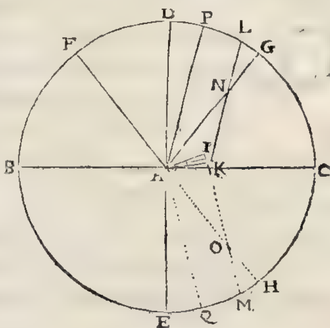
per

per 3 postul. æquales anguli incidentiæ & reflexionis FAD, GAD. Igitur anguli ANL, AML ſunt inuicem æquales, vtpote, æquales duobus æqualibus. Atque adeo ſi lucente Sole &c. Quod fuit demonſtrandum.

Propoſitio XII.

Si lucente Sole fuerint duo plana, circulo maximo, cui congruit in centro ſpeculum, in oppoſitas partes æqualiter inclinata, & ab eodem centro in eorum alterum vmbra directè, in alterum verò radius emittatur reflexè, æquales inuicem erunt, radij vmbræque ad ipſa plana inclinationes.

INtelligatur circa B C diam. circulus quiuis maximus, vt Horizon, cui congruat in A centro ſpeculum, & vtrunque ad angulos rectos ſecet circulus alius maximus quicunque BDCE: ſitque recta DAE axis Horizontis ſimulque axis reflexionis; & D Zenith; E autem Nadir: deinde per A P ſemidiametrum incedat circulus maximus aliquis ad BDCE rectus; ad Horizontem verò BAC inclinatus à Zenith D versùs C; ſitque *per 9 primi huius* angulus inclinationis DAP. Alius etiam huic ſimilis maximus circulus per ſemidiametrum AQ tranſiens, ad BDCE pariter rectus, ad Horizontem autem BAC æqualiter inclinatus, ſed in partem contrariam à Nadir videlicet E versùs C (perinde eſſet dicere à Zenith D versùs B; ſed prædictas ſemidiametros non produxi ad vitandam linearum in ſchemate multitudinem confuſam) & angulus inclinationis ſit EAQ æqualis ipſi DAP. Dicto circulo per AP tranſeunti intelligatur æquidiſtans planum horologij Catoptrici per rectam KL incedens, & ſimiliter planum horologij Sciatherici per rectam KM tranſiens, parallelum circulo inclinato per AQ tranſeunti, habenſque in I fixum orthogonaliter ſtylum, qui vertice tangat centrum A. Luceat demum Sol in quocunque circuli BDCE puncto F, & radio ex F in A incidente, reflexo autem in G abeunte, & horologij planum in N ſecante, ſtyli vmbra feratur versùs H, & horologij plano occurrat in O.



Dico inclinationem lineæ reflexionis AG ad planum per KL tranſiens, æqualem eſſe inclinationi vmbræ AH ad planum per KM incedens: ſeu (quod idem eſt) angulum radioſum ANK: æqualem eſſe vmbroſo AOK. Cùm enim duo triangula AKN, AKO habeant duos angulos duobus æquales, vnum quidem vni in A; nam angulo BAF æquales ſunt

OAK

O AK *per* 15 1 *elem.* & N A K *per* 3 *postul. huius*; ergo cùm hi duo æquales ſint vni tertio, ſunt etiam æquales inter ſe: ſecundum verò angulum habeant dicta triãgula etiam æqualem in K *per constructionem* ſi quidem fecimus arcus inclinationum D P, E Q æquales: habeantque inſuper latus adiacens æquale, imò commune videlicet A K; habebunt neceſſariò reliquũ angulum reliquo æqualem in N, & in O, *per* 26 1 *elem.* Ergo inclinatio radij &c. Quod fuit &c.

Propoſitio XIII.

Si lucente Sole, ab eodem Sphæræ centro hinc vmbra directè inde radius reflexè emittatur; & vmbra quidem diurno motu planam, aut conicam ſuperficiem deſcribere intelligatur; ſimilem radius quoque ſuperficiem planam, aut conicam deſcribet.

QVia enim *per* 14, & 15 1 *huius*, dum radius ex vna parte ſuperficiem planam, vel conicam deſcribit; vmbra etiam ex oppoſito æmula planam, aut conicam ſimul deſcribit; & quia *per Corollarium* 7 *huius*, motus Solis in Sphæra Catoptrica ſimilis omnino eſt motui eiuſdem in Sphæra Vera; ſequitur motum lineæ reflexionis ſimilem eſſe motui lineæ incidentiæ; at eidem ſimilis eſt motus vmbræ ex iam demonſtratis: igitur ſimiles inuicem erunt motus radij reflexi, & lineæ vmbroſæ: & conſequenter quando hæc planam, aut conicam ſuperficiem, tunc etiam illa ſimilem planam, aut conicam deſcribet.

Corollarium.

LInea vmbroſa in plano horologij ſciatherici deſcribente rectam, aut curuam lineam, ſimilem quoque curuam, aut rectam radius reflexus deſcribet in plano Horologij Catoptrici: vt enim demonſtratum eſt *propoſitione* 19, & 20 1 *huius*, vmbra planam circuli maximi ſuperficiem diurno motu deſcribens, ſectionem facit rectam in plano horologij; curuam autem efficit, dum conicam circuli minoris ſuperficiem deſcribit.

Pro-

Propoſitio XIIII.

Leges aliquas, ſeu regulas, ad facilem Sphæræ cuiuslibet Catoptricæ conſtructionem, neceſſarias ſtatuere.

Regula prima.

AD conſtructionem cuiuſlibet Sphæræ Catoptricæ, in primis excitentur, & debito ad inuicem ordine componantur, tanquam pro fundamento, & primis totius futuræ machinæ baſibus, duo circuli maximi; illi videlicet, qui ex *prop.* 1, *&* 2 locum naturalem minime amittunt, quorum quidem vnus is eſt, in cuius plano ſpeculum intelligitur conſiſtere; alter verò illum primum ſimul cum ſpeculo ad rectos angulos ſecat. Ex his enim circulis tanquam communibus terminis immobilibus (cùm in vtraque Sphæra maneant ijdem inuariati) perpendi facilè poteſt quid in alterutra, reliqui circuli habeant vel ſimile vel diuerſum.

Regula ſecunda.

COllocato ſpeculo, vel tanquam collocatum eſſet, intellecto, inueſtigetur *ex definit.* 7, axis reflexionis, ab eo enim in partem incidentibus radijs oppoſitam, metiendi ſunt anguli reflexionum; vt ijs videlicet inuentis, loca circulorum apparentium ſimul inueniantur, niſi quis malit eoſdem angulos dimetiri ab ipſomet circulo in cuius plano eſt ſpeculum, hoc eſt ab ea linea, quæ eſt communis ſectio circuli modò dicti, & alterius ad ipſum recti; perinde enim eſt, ac in idem recidet operatio.

Regula tertia.

IN conſtructione cuiuſlibet Sphæræ Catoptricæ deberent quidem adhiberi, ſiue tanquam adhibita intelligi duo ſpecula ſibi inuicem parallela; quorum vnum applicaretur vni faciei, verbi gratia, ſuperiori circuli Polaris, aut Æquatoris, vel alterius inclinati; aut ſimiliter vni faciei, verbi gratia, orientali Meridiani, vel auſtrali Verticalis, &c. alterum verò applicaretur alteri faciei inferiori, occidentali, ſeptentrionali, &c. vnius enim tantùm ſpeculi reflexio non poteſt extendi ad vtranque medietatem Sphæræ, cùm nulla reflexio fieri poſſit ſub ſpeculo, nec conſequenter ſub circulo maximo; in cuius plano ſpeculum fuerit.

Nihilominus quia axis reflexionis eſt linea ad ſpeculum perpendicularis *ex definit.* 7; ſi hæc ſub ſpeculo in directum protẽdatur, vices implebit alterius

terius axis excitandi ad aliud ſpeculum, ſi poneretur priori ſpeculo parallelum in altera facie eiuſdem circuli maximi, vt dictum eſt, (hanc lineã ſub ſpeculo productam vocare poſſumus vmbroſum axem reflexionis)quare ad conſtructionem quidem Sphæræ ſufficiet concipere ſpeculum vnicũ in centro collocatum in plano propoſiti cuiuſuis circuli maximi: at pro conſtructione horologij, quod fiet ex proiectione Sphæræ apparentis priùs excitatæ, ſpeculum aliquandò vnicum ſufficiet; nonnunquam tamen duo erunt neceſſaria, maximè ſi quis integrum horologium ad omnes diei horas deſideret, vt in ſequentibus magis dicetur.

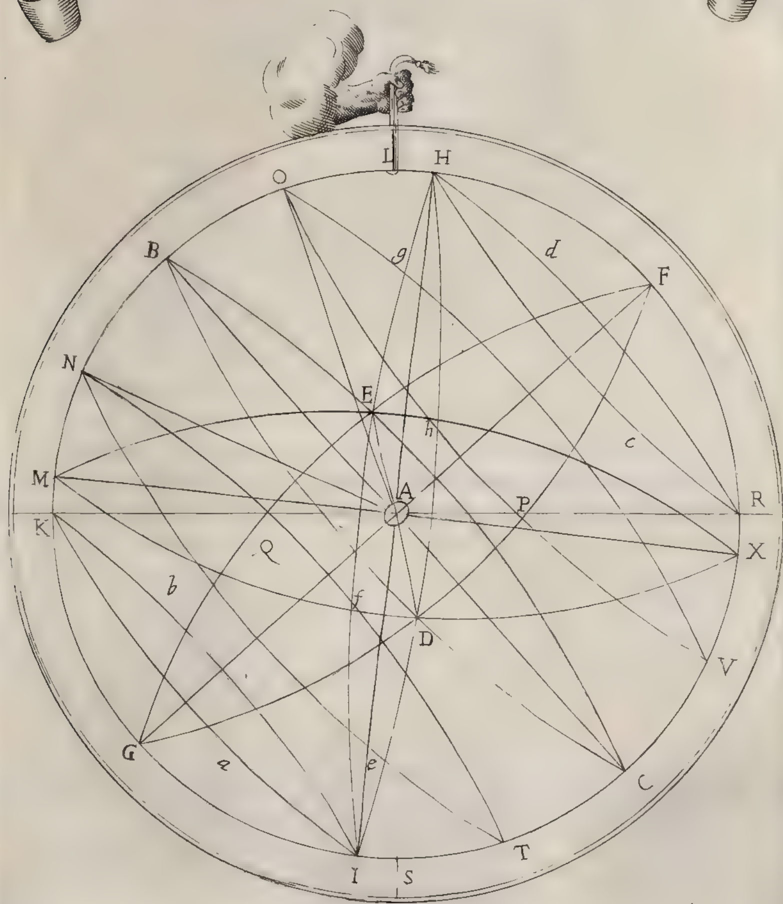
Propoſitio XV.

Sphæram Catoptricam Polarem, ad poli datam eleuationem excitare.

SIt in exemplum Sphæra Catoptrica Polaris ad poli eleuationem graduum 42 excitanda. In primis *iuxta regulam* 1 *prop.* 14 *traditam* ſit circulus Meridianus K L R S (hic enim tam circulum Polarem,quàm ſpeculum in eius plano exiſtens ad angulos rectos ſecat; adeoque *per* 2 *huius* retinet in hac Sphæra ſitum naturalem)& in eo puncta præcipua notentur, quæ naturalem Sphæræ obliquæ ſitum indicent ad eleuationem poli Arct. grad. 42 vt K, R, quæ ſint communes ſectiones ipſius Meridiani & Horizontis veri, itaut linea recta ab K, in R,per centrum A educta, ſit communis ſectio vtriuſque plani, Meridiani nimirum, & Horizontis veri. Similiter punctum L indicet locum veri Zenith; punctum verò S illi oppoſitum indicet locum veri Nadir, & ſic linea recta ab L per centrum A, in S demiſſa, ſit communis ſectio Meridiani & Verticalis veri.

His autem diſpoſitis & deſignatis; à loco veri Horizontis R in parte ſeptentrionali numerentur ſurſum versùs L, 42 gradus eleuationis poli Arctici; & in parte oppoſita totidem depreſſionis poli Antarctici, numerentur ſub K versùs S; ac denique in fine vtriuſque numerationis facto hinc puncto G, inde puncto F, vtrique aptetur circulus Polaris, Meridianum ad angulos rectos ſecans FEGD: hic enim (cùm in eius centro ſecundùm accliuem ipſius ſuperficiem collocandum ſit ſpeculum) locum naturalem etiã ipſe in hac Sphæra retinet *per* 1 *huius* ac proinde ſimul cum Meridiano *per primam hac de re traditam paulò ante regulã* in proprio ſitu collocari debet; vt poſſint exinde reliquis circulis conuenientes aſſignari ſitus, prout reflexio poſtulauerit: quod equidem facile erit, ſi priùs *per* 2 *regulam*,axis reflexionis inueniatur. Hic verò cùm ad rectos angulos ſpeculo immineat cadet neceſſariò pro dato hoc ſpeculi poſitu in communem ſectionem Æquatoris, & Meridiani; quæ eſt linea A B; quia enim hi circuli ad Polarem perpendiculares ſunt, communis quoque illorum ſectio,erit ad eum ſimiliter

per-


Sphæra
Catoptrica
Polaris
L
H
O
B
g
d
F
N
E
h
c
M
A
R
K
P
X
Q
b
f
D
V
G
a
e
C
T
I
S

perpendicularis *per 19 11 elem.* nec ex puncto incidentiæ A, vlla alia poteſt duci perpendicularis, præter dictam communem ſectionem *per 13 eiuſdem.* Inuento axe reflexionis, reflexionem quamcunque nullo negotio ex illo metiemur, & angulos examinabimus & Sphæram conformabimus hoc modo, & ordine.

Locus apparentis Æquatoris.

SI Sol Æquatorem percurrens in Meridiano conſtiterit, eleuatus ſupra Horizontem grad. 48, quæ eſt eleuatio meridiana Æquatoris, ſuppoſita eleuatione poli 42; radium vibrabit per lineam B A: cùm autem hæc ſit axis reflexionis, vt dictum eſt, radius per eandem reflectetur in ſe, & ſic in ſe ipſum recidet, ſignabitque in B punctum vnum, per quod Æquator apparens duci debet. Beneficio verò iſtius puncti B, oppoſitum obtinebimus in C; ſi rectam B C, per centrum A educamus. Præterea duo alia in circulo Polari neceſſariò inuenienda ſunt puncta, per quæ integrum Æquatorem circumducamus. Supponamus igitur Solem in Æquatore verſari, & ad horam ſextam à media nocte perueniſſe in D: quoniam igitur circulus horæ huius ſextæ, eſt ipſemet circulus Polaris F E G D; incedet tunc radius ſolaris per ſpeculi planum; cùm ſcilicet ſupra ipſum (ſicut nec ſupra circulum Polarem) nullo modo eleuetur; ſed in ipſius plano ſit: ac proinde ex puncto circumferentiæ D, per planitiem ſpeculi A, abſque reflexione perueniet in E punctum eiuſdem circuli Polaris ex diametro oppoſitum ipſi D; eruntque D & E in circulo Polari, duo puncta Æquatoris in hac Sphæra apparentis. Igitur per ipſa D & E, perque alia duo puncta in Meridiano iam priùs inuenta nimirum B & C, duci debet in hac Sphæra Æquator. Et hic ei ſitus etiam naturaliter conuenit *per 2 huius*; nec aliam ei affert reflexio diuerſitatem, præter ſolam hanc; quòd videlicet punctum eius D ortiuum in E occiduum commutat; quod idem de ſingulis alijs punctis inter D & B contentis, ſeruata proportione, dicendum eſt; donec in B perueniatur, quod punctum (vt ante dictum eſt) è ſuo naturali loco hac reflexione non dimouetur.

Locus apparentium Tropicorum, qui etiam eſt locus parallelorum regionum; item & arcuum diurnorum.

LOco Æquatoris ſic inuento, facile eſt Tropicorum ſitus inuenire; percurrat enim Sol, Cancri circulum, & ad Meridianum perueniſſe ſupponatur; ſitque in O, & radium vibret in A: quoniam igitur angulo incidentiæ OAB, qui eſt in plano Meridiani, debet angulus reflexionis in eodẽ plano æqualis aſſignari; aſſignetur BAN ſumpto arcu B N æquali ipſi B O;

& iam intelligitur punctum B hoc est locum verum Cancri in Meridiano, apparere in N. Si ergo *per 4 huius* per N, parallelum Æquatori circulum duxerimus N e T, Tropicum Cancri duxerimus, qui eatenus locum Capricorni naturalem occupabit. Et è conuerso, si Sol Capricorni circulum simulque Meridiani teneat in N, & inde radium vibret in A, reflectetur radius ob æqualitatem angulorum in O; erit ergo O in Meridiano locus Capricorni apparentis, qui consequenter per O & per V, parallelus Æquatori circumduci debet. Ex quo vlterius intelligitur loca Tropicorum inuicem commutari; nec aliter eos à proprio situ hac reflexione deijci; nisi quòd (vt dictum est de Æquatore) puncta orientalia vnius, quæ illi in situ naturali competunt, in puncta alterius occidentalia vertuntur; si enim in circulo vero Cancri, Sol steterit, & à parte orientali circulum horæ 6, seu Polarem obtineat in P; radius inde emissus per A perueniet in Q punctum occidentale circuli Capricorni, in quo is circulum horæ 6 à meridie, seu Polarem secat: puncta ergo orientalia vnius, in puncta occidentalia alterius commutantur.

Locus circulorum horariorum Astron. apparentium qui etiam est locus Meridianorum regionum diuersarum.

CVm iam habeamus situm Æquatoris, & circulorum, qui ei paralleli sunt, facilè reperiemus situm eorum, qui eidem sunt ortogoni videlicet circulorum horariorum. Cùm enim illi per polos Æquatoris transeant, & poli vtriusque locus iam sit inuentus in F & in G; certum est circulos horarios per F & per G duci debere; sicut de facto iam per ea ducti sunt circuli Meridianus, & Polaris, hic horæ 6 ille 12. Cæterum interualla reliquorum horariorum, vt solet, distinguenda sunt in circulo Æquatoris B D C E, per quindenos eiusdem gradus. In schemate autem illos alios circulos non descripsi ob vitandam tot linearum nimiam confusionem; sed poterit quisque suo eos animo depingere.

Locus Horizontis apparentis.

VEniamus tandem ad Horizontem, & cæteros circulos, qui ab eo dependent. Supponamus Solem, aut luminosum quoduis aliud fulgere in puncto K, quo scilicet Meridianus Horizontem verum secat; patet illico fore vt radius ex K, in speculum A emissus, sursum versùs reflectatur, & Meridianum feriat in H; sic enim erit angulus reflexionis H A B æqualis angulo incidentiæ K A B; vnde colligas punctum Horizontis K reflexione ferri in H; ac proinde per H & punctum ei diametraliter oppositum I, ducendum esse Horizontem apparentem. Tantùm supersunt inquirenda duo alia puncta lateralia; ea verò sunt D, & E, communes scili-

cet

cet interſectiones circuli Polaris, & Æquatoris iam inuentæ. Ergo integer ex reflexione Horizon, erit circulus H D I E.

Locus apparentis circuli Verticalis primarij, & aliorum ab eo declinantium.

AGe nunc, quis eſt locus circuli Verticalis, ex reflexione apparens; ſi fingamus Solem imminere vertici noſtro, & ex puncto Zenith L radium emittere in ſpeculum A; radius hic ex reflexione perueniet in M. angulus enim reflexionis M A B æqualis eſt angulo incidentiæ L A B. Erit ergo M, locus Zenith apparentis: producta autem recta M A vſque in X, habebimus Nadir apparens in X: quæ ſunt duo puncta in Meridiano, per quæ Verticalis circulus duci debet. Deinde quia dictus Verticalis per cōmunes ſectiones Horizontis, & Æquatoris tranſit; hæ verò iam pridem inuentæ ſunt in D, & in E; conſequens eſt integrum apparentem circulum Verticalem, eſſe MD X E: atque adeo cæteri Verticales ab iſto primario declinantes, per eoſdem Horizontis polos M & X, ac per ſingulos, ſeu per denos, vel quindenos ipſius Horizontis gradus duci debent.

Locus circulorum Almucantarath.

CIrculi Almucantarath, cùm ſint paralleli Horizontis, erunt etiam *per 6 propoſ. huius* paralleli circulo H D I E; hic enim eſt Horizon in hac Sphæra apparente; atque adeo circa eiuſdem axem AM, diſponentur, donec perueniatur in M; vbi tanquam in Zenith apparenti collocabitur 90 Almucantarath.

Locus apparentium circulorum Domorum cœleſtium.

CIrculos Domorum cœleſtium apparentes iam duos habemus, videlicet Horizontem H D I E, & Meridianum K L R S; quatuor autem reliqui incedent primò per communes ſectiones Horizontis, & Meridiani H & I; & deinde per trigeſimum quemque gradum Æquatoris B E C D, ex mente quidem Regiomontani; at verò ex mente Campani, per trigeſimum quemque gradum circuli Verticalis M E X D.

Locus apparentium circulorum horarum ab ortu & occaſu.

CIrculi horarum ab ortu, & horarum ab occaſu diuidunt Æquatorem, eiuſque parallelos omnes, vſque ad eos duos, quorum vnus eſt omnium ſemper apparentium maximus, & alter maximus item omnium nunquam apparentium, in duas partes æquales, & horum circulorum

vnus

vnus eſt Horizon vt dictum eſt *lib. 1 propoſ. 17* : in hac autem Sphæra, prædictorum circulorum loca apparentia ſic deſignantur. Sit parallelus verus omnium ſemper apparentium maximus H *c* R *d* : ſimiliterque parallelus omnium nunquam apparentium maximus K *a* I *b* : deinde intelligantur tum hi duo paralleli tum Æquator, ſecari in partes 24 æquales, à duodecim horarijs circulis, quorum vnus eſt Meridianus K L R S, & alter circulus Polaris E F D G : his enim ita conſtitutis, quemadmodum Horizon circumducitur à puncto I, in quo Meridianus parallelum vnum ſecat; ad punctum H, quo parallelum alium ſecat idem Meridianus; per duo puncta D & E, quibus Æquator à circulo horæ 6 E F D G ſecatur; ita cæteri circuli horarum ab ortu, & ab occaſu, parallelum quidem vtrunque in alijs correſpondentibus prædictarum ſectionum punctis attingunt; Æquatorem verò communiter ſecant cum cæteris horarijs à meridie & à media nocte.

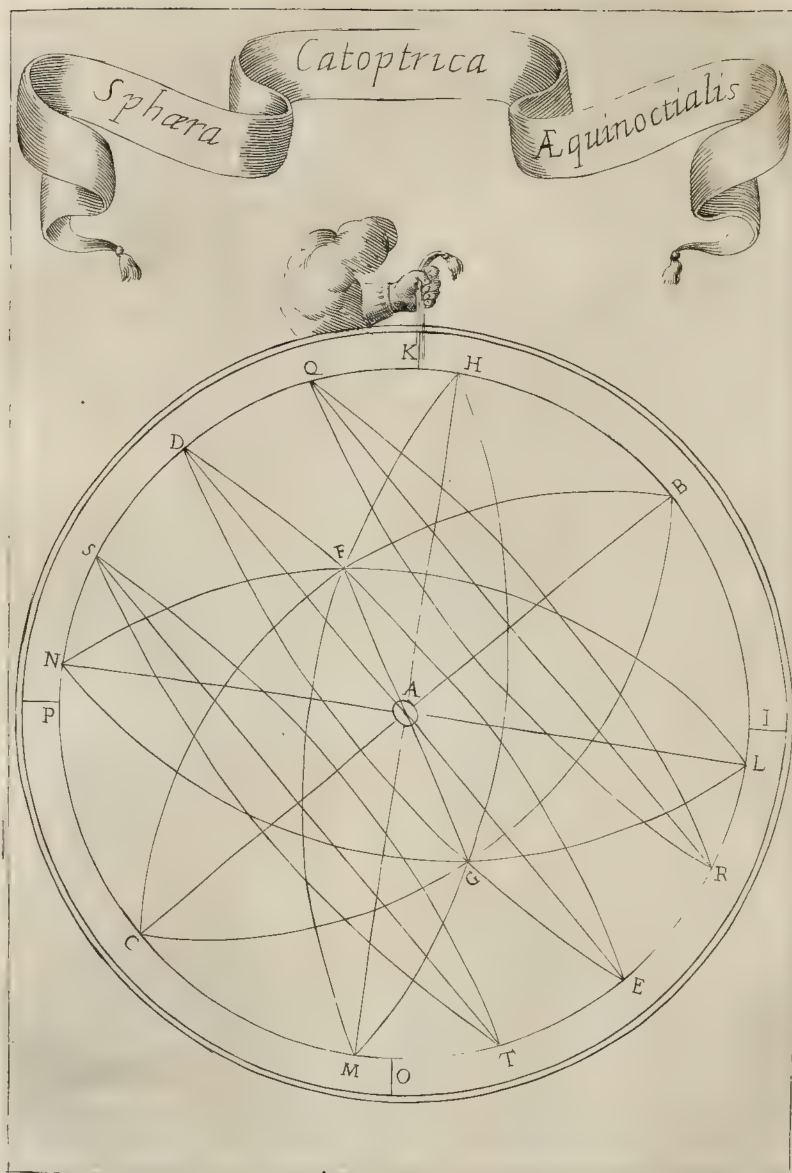
Locus apparentium circulorum, qui horas inæquales diſtinguunt.

CIrculi horarum Inæqualium arcus omnes diurnos in partes 12 æquales, & nocturnos item in alias inuicem æquales partes 12, diuidunt: quare in hac Sphæra ita collocandi ſunt, vt Cancri arcum diurnum *e* N *f*, & Æquatoris arcum item diurnum D B E, necnon Capricorni arcum diurnum *h* O G, alioſque ſimiliter in partes 12 æquales diuidant, ſic enim initium horæ primæ erit Horizontis arcus *e* D *h*; horæ verò 6 finis arcus Meridiani O B N; & horæ 12 terminus, arcus Horizontis *f* E *g*; & ſic tandem horarum Inæqualium circulos ſecundùm loca apparentia in arcubus diurnis compoſuimus : in oppoſitis verò arcubus nocturnis ex hoc iam facilè quiuis collocare poterit.

Locus eorum circulorum, qui Signa aſcendentia indicant.

CIrculi iſti, alij non ſunt quàm ipſemet circulus lineæ Eclipticæ, prout delatæ motu primi mobilis, & ſic alium, atque alium reſpectu noſtri Horizontis, & Meridiani, locum & ſitum acquirentis: licet autem dictus circulus, quolibet momento locum & ſitum mutet, præcipuè tamen duodecim huiuſmodi ſitus obſeruantur; illi videlicet, quos in exortu 12 Signorum Zodiaci obtinet : adeo vt ipſemet circulus lineæ Eclipticæ in eo ſitu, quem habet Arietis, verbi gratia, Signo aſcendente, ſit illa eadem linea, quam vocant Arietis aſcendentis, in quam videlicet radius cadit, dum Aries ſupra Horizontem aſcendit. Cùm igitur circulus Eclipticæ angulum 23 grad. & min. 30 efficiat cum Æquatore; euidens eſt, locum circuli indicantis Arietem aſcendentem, talem in hac Sphæra apparenti eſſe

alli-


Catoptrica
Sphæra
Æquinoctialis
K
Q
H
D
B
S
F
N
A
P
I
L
R
G
C
E
M
O
T

aſſignandum, vt Horizontem quidem ſecet in puncto ortiuo D, angulum autem 23 grad. 30 min. efficiat cum Æquatore in eodem puncto communi D; ita tamen vt in puncto O & Meridianum ſecet, & Tropicum Capricorni tangat. Ideo autem ad has partes vergit linea Arietis aſcendentis potius quàm ad oppoſitas, quæ ſunt Cancri, quia iuxta ſucceſſionem Signorum Zodiaci (vt bene norunt qui Sphæram materialem norunt) quando Aries exoritur, cœlum mediat Capricornus; ac proinde linea Ecliptica, in qua huiuſmodi Signa reſident, ita in illo momento eſt diſpoſita reſpectu Meridiani, & Horizontis; vt illum quidem in puncto O ſecet vnà cum Capricorno, iſtum verò in D, ſimul cum Æquatore; vbi & Signum Arietis oritur: Ergo circulus permanenter repræſentans circulum Eclipticæ, prout in eodem ſitu, qualem raptim, tunc temporis habet, debet per eadem puncta D & O, necnon per alia duo his ex diametro oppoſita videlicet T & E circumduci. Pari modo quia oriente Libra medium cœli tenet Cancer; idcirco Eclipticæ circulus, tunc ita diſpoſitus eſt, vt Horizontem in D ſimul cum Æquatore (inibi enim Libra, ſicut & Aries exoritur) Meridianum verò ſimul cum Tropico Cancri ſecet in N: ergo circulus exorientis Libræ debet per D, & N, ac per oppoſita eis puncta V & E circumduci. Reliquorum autem circulorum cætera Signa aſcendentia indicantium loca, ex dictis facile erit determinare; dummodo quis ſciat in quo puncto Horizontem ſecet cuiuſlibet Signi parallelus, vt nos *ſuo loco prop. 69 huius* diligentiùs trademus. Et ita Sphæræ præcipuos in vſum horologiorum circulos, ſecundùm catoptricas apparentias è ſpeculo ad planum circuli Polaris conſtituto, delineauimus: quod fuit propoſitum.

Propoſitio XVI.

Sphæram Catoptricam Æquinoctialem ad poli datam eleuationem conſtruere.

DEtur eleuatio poli Arctici grad. 42, ad quam Sphæra Catoptrica Æquinoctialis conſtruenda proponatur. Primò *iuxta primam regulam propoſitionis* 14, ſit circulus Meridianus KIOP (hic enim *per 2 huius* locum non mutat, cùm ſit ad ſpeculum rectus) atque in eo puncta Horizontis veri, I & P; Zenith autem verum ſit in K, & Nadir in O. Deinde *iuxta eam regulam* circulus Æquatoris in cuius plano eſt ſpeculum, & cui conſequenter ſuus naturalis locus immutatus manet *per primam huius*, ita collocabitur: à puncto P versùs K in circuli Meridiani parte auſtrali numeretur complementum iam datæ eleuationis poli, videlicet grad. 48; & per finē numerationis D, ac per punctum diametraliter oppoſitum E circumducatur Æquator ad angulos rectos cum Meridiano, prout naturalis & verus exigit ſitus: hi enim duo circuli in hac Sphæra locum naturalem

lem ſeruant, vt dictum eſt.

Collocati iam in debito ſitu Æquatoris faciei ſuperiori reſpicienti polum Arcticum B, ac in centro eius A, applicetur ſpeculum planum, cum eiuſdem Æquatoris plano conueniens; & ſtatim *iuxta 2 regulam* intelligetur axem reflexionis cadere in Æquatoris axem B A C; qui & ipſe conſequenter locum naturalem ſeruat.

Circuli horarum Aſtronomicarum non mutant locum *per 2 huius*, ſunt enim omnes ſpeculo ſicut & Æquinoctiali ad angulos rectos; tranſeunt verò per vtrunque polum B & C, & per quindenos gradus in circuitu Æquatoris D F E G diſponendi ſunt. Vnus ex illis eſt ipſe Meridianus K I O P, ſicut etiam vnus ex eis eſt circulus horæ 6 à meridie & à media nocte B G C F, Æquinoctialem, & Horizontem ſimulque Verticalem ſecans in G & in F.

Horizon apparet in H G M F: cùm enim axis reflexionis ſit axis Æquatoris B A, punctum veri Horizontis I reflectitur in H, propter æqualitatem angulorum I A B, & H A B. Licet autem puncta Horizontis, quæ ſunt in Meridiano, extra locum veri Horizontis transferantur in eundem Meridianum; tamen ea quæ ſunt in circulo Æquinoctiali, videlicet G & F, non transferuntur extra Æquinoctialem, cùm ipſe totus Æquinoctialis locum naturalem retineat, vt dictum eſt, vnde etiam Horizon apparens, quemadmodum verus perpendicularis erit Meridiano *per 5 huius*.

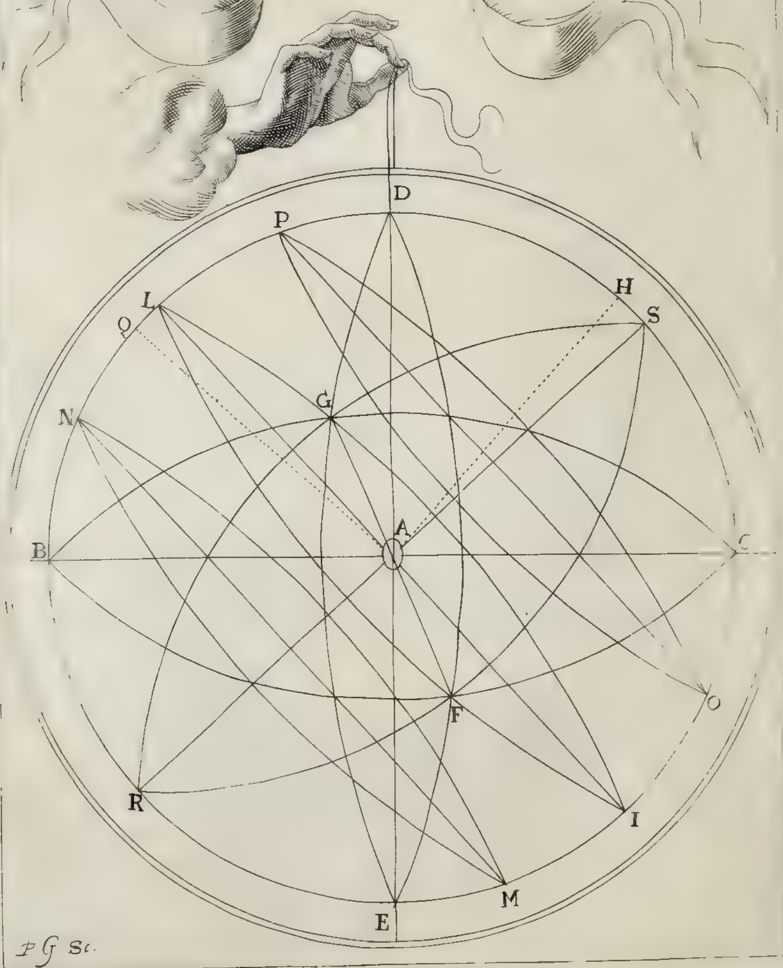
Circulus Verticalis primarius apparet in L F N G: nam Zenith verum K reflectitur in L; vt angulo incidentiæ K A B ſit æqualis angulus reflexionis L A B. Erit autem etiam ipſe *per 5 huius*, perpendicularis ad Meridianum quemadmodum & Horizon: puncta namque eius duo, quæ ſunt in Æquinoctiali videlicet G & F, retinent ſuum locum, vt dictum eſt de Horizonte. Cæteri autem circuli Verticales ab iſto declinantes, per eadem duo puncta communia L, & N tranſeunt; & inde diſponuntur circa Horizontem H G M F, per ſingulos etiam gradus.

Circuli Almucantarath *per 6 huius* ducentur paralleli Horizonti H G M F, & eorum communis axis erit linea L A N, quæ eſt communis ſectio Meridiani, & Verticalis apparentis.

Atque ita præcipui in Sphæra circuli ſuis ordinibus, & locis prout exigebat propoſita ſpeculi diſpoſitio collocati ſunt: cæteros verò, cùm ex eis omnino pendeant, poterit per ſe quiuis nullo negotio diſponere.

Obiter tamen adnotandum eſt, in Sphæra maximè obliqua, id eſt vbi eleuatio poli eſt 90 graduum, Horizontem, ſecundùm iam propoſitam ſpeculi diſpoſitionem, apparere in loco ſuo naturali, coincidit enim tunc Horizon cum Æquatore, cui ſpeculum æquidiſtat. In Sphæra autem recta, Horizon ſimiliter remaneret in loco naturali, coincideretque cum circulo Polari. At in Sphæra obliqua 45 grad. Horizon appareret in loco Verticalis, & è contrà.

Pro-


Sphæra Catoptrica Verticalis
D
P
H
S
L
Q
G
N
A
B
C
O
F
R
I
M
E
P G Sc.

Propositio XVII.

Sphæram Catoptricam Verticalem, ad poli datam eleuationem, struere.

ESto, verbi gratia, ad poli Arctici eleuationem grad. 42 struenda Sphæra Catoptrica Verticalis. In hac Sphæra locum naturalem seruat Verticalis circulus D G E F, *per primam huius*; seruat etiam suum Meridianus B D C E *per* 2; sicut & Horizon B G C F *per eandem*; illi ergo tres, aut saltem duo primi, *iuxta primam regulam propos.* 14, locis proprijs disponendi sunt. *Per* 2 *regulam* inuentus axis reflexionis est B A C, communis nempe sectio Horizontis, & Meridiani.

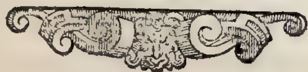
Eleuatio Æquatoris supra Horizontem grad. 48, est arcus C H; vnde punctum H reflectitur in I, ob angulorum incidentiæ, & reflexionis H A C, I A C æqualitatem. Igitur recta per I & A, vsque in L ducta, erit diameter Æquatoris apparentis; qui consequenter circumduci debet per I & L, ac per F & G, id est per communes Horizontis B F C G, & Verticalis D G E F sectiones. Ipse enim Æquator amittit quidem locum naturalem; sed manet perpendicularis ad Meridianum *per* 5 *huius*. Æquatori sic collocato æquidistant duo Tropici apparentes P O, & N M, *per* 6.

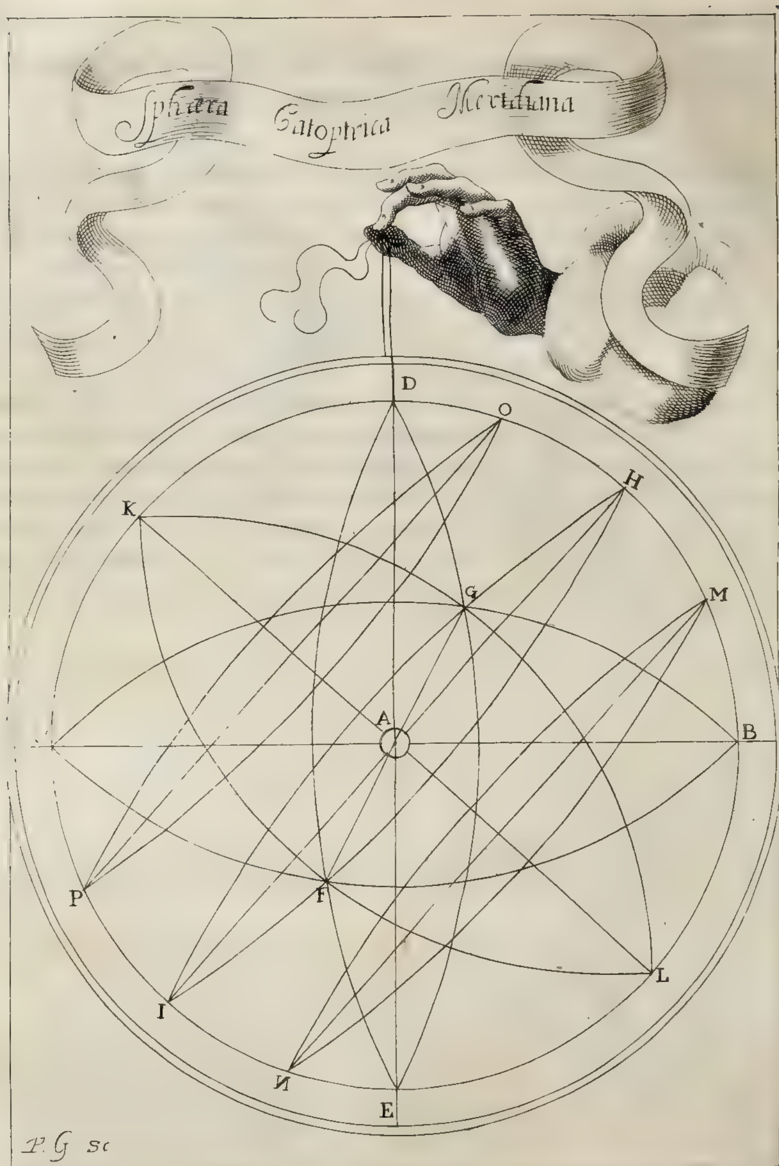
Poli Arctici verus locus Q transfertur reflexè in R; posito enim *per* 3 *regulam prop.* 14, speculo in postica superficie Verticalis D G E F, angulus incidentiæ esset B A Q nimirum gradum 42 eleuationis poli; & consequenter angulus reflexionis illi æqualis, est B A R: igitur R est polus Arcticus apparens: & *per eandem* 3 *reg.* ducto Æquatoris axe R A S, erit S locus poli Antarctici apparentis.

Circuli horarum à media nocte, & à meridie per vtrunque polum apparentem R & S, ac per quindenos Æquatoris I F L G gradus duci debent ad ipsum recti.

Circuli Almucantarath circa Horizontis axem D A E circumducentur ipsi Horizonti B G C F æquidistantes *per* 4 *huius*.

Reliquos circulos facilè quiuis in suo marte disponet.





Sphaera Catoptrica Meridiana
D
O
H
K
G
M
A
B
P
F
L
I
И
E
P.G sc

Propositio XVIII.

Sphæram Catoptricam Meridianam, ad poli datam eleuationem, excitare.

SPhæræ huius constructio omnium facillima est: primò enim Meridianus vt BDCE locum naturalem seruat *per primam huius*: deinde etiam Horizon vt B F C G, sicut & Verticalis qui sit D G E F; necnon ipse Æquinoctialis qui sit H G I F, sua pariter loca naturalia seruant *per 2 huius.* Tropici vt O P, M N, manent paralleli ipsi Aequatori *per 4*; licet locum inuicem commutent per eandem: quod idem dicendum est de circulis Almucantarath, circa Horizontis axem D A E circumducendis. Quia verò *per Corollarium primæ huius* Meridianus inuertitur; polus Arcticus, qui ad eleuationem 42 grad. verbi gratia, sit K, & Antarcticus L: commutantur, vnde erit L Arcticus apparens, K verò Antarcticus: nihilominus per vtrunque, vt moris est, & per quindenos Aequatoris H F I G gradus, circumducendi sunt horarij à meridie, & à media nocte. Cætera sunt facilia ex istis.

Propositio XIX.

Sphæram Catoptricam Horizontalem, ad poli datam eleuationem, excitare.

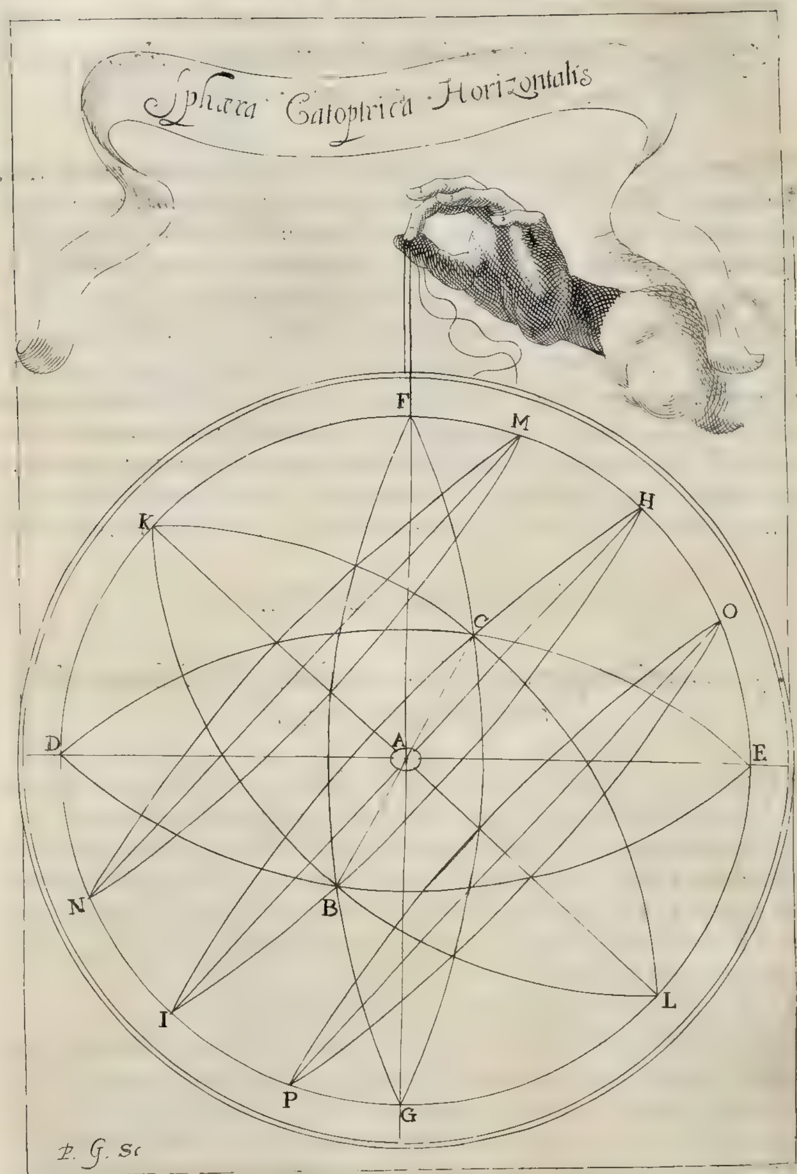
PRoponitur, exempli causa, Sphæra Horizontalis Catoptrica ad poli Arctici eleuationem grad. 42 excitanda. Quia itaque *per primam huius* Horizon locum suum naturalem in hac apparente Sphæra seruat; sicut & Meridianus suum, similiterque Verticales omnes, *per 2 eiusdem*; *per primam regul. prop.* 14, Horizon, D B E C & Meridianus D F E G ante cæteros sunt in debito situ collocandi, velut pro fundamento supponendo in reliqua huius Sphæræ structura.

Axis reflexionis, est axis Horizontis videlicet A F.

Cum Horizonte locum naturalem seruant circuli Almucantarath (vtpote ipsi paralleli) *per 3 huius*, describendique sunt circa eiusdem axem A F.

Æquinoctialis ita mutat locum vt puncta eius, quæ in Meridiano sunt simul cum Meridiano *per Coroll. 2 huius* inuertantur, & punctum H, quod erat australe, fiat septentrionale; è contrà verò I septentrionale fiat australe in inferiori hemisphærio. Angulus tamen E A H est ipse angulus eleuationis Æquatoris graduum 48; vt in Sphæra naturali: hic enim est angulus reflexionis, qui æqualis est angulo incidentiæ graduum totidem. Manet præterea Æquator perpendicularis Meridiano *per 5 huius*; atque adeo

 diame-


Sphæra Catoptrica Horizontalis
F
M
K
H
C
O
D
A
E
N
B
I
L
P
G
P. G. Sc

diameter eius B A C, quæ eſt communis eius ſectio cum Horizonte, & circulo Verticali, ac etiam cum circulo polari, manet immota; ſolùmque punctum orientale B,& occidentale C in inuicem commutantur.

Paralleli Æquatoris, quales ſunt Tropici, transferuntur ſimul cum ipſo, à parte auſtrali in ſeptentrionalem propter eandem rationem; manent tamen *per 6 huius* eidem paralleli in loco apparenti, Cancer quidem in M N, Capriconus verò in O P.

Poli Aequatoris, cùm ſint in Meridiano (qui *per Corollarium 2 huius* inuertitur) ſimul cum eodem Meridiano inuertuntur, & in oppoſitas partes transferuntur Arcticus quidem in K, Antarcticus verò in L, & axis Æquatoris apparens eſt recta K L. Angulus verò D A K eſt angulus eleuationis poli, qui ſupponitur grad. 42.

Circuli horarum Aſtronomicarum ſimul cum polis Aequatoris, per quos incedunt, mutant locum; atque vnus ex illis eſt circulus horæ 6 à meridie & à media nocte, ſeu Polaris K B L C: cæteros facilè eſt diſponere per circuitum Aequatoris H C I B.

Reliqua ſunt per ſe facilia, quare hæc ſufficiunt ad conſtructionem Sphæræ Catoptricæ Horizontalis, quam propoſueram.

Atque hæ in præſens ſufficiant conſtructæ Sphæræ Catoptricæ; cùm ipſæ ſint præcipuæ, & ex earum conſtructione facilè iam intelligatur, qui ſit ordinanda aliarum conſtructio: præſertim cùm cæteræ omnes, ab iſtis hactenus conſtructis, ſola declinatione, vel inclinatione differant. Nam præter Verticalem, verbi gratia, antea excitatam, ſunt aliæ ab ea declinantes, quas vocare licet Sphæras Catoptricas Verticales declinantes, quarum videlicet ſpeculum, ſit in plano alicuius circuli Verticalis à primario Verticali declinantis: ita præter Horizontalem ſunt aliæ ad Horizontem inclinatæ: ſunt & aliæ inclinatæ ſimul, & declinantes; quod totum intelligitur ex diuerſo poſitu ſpeculi.

Alias tamen poſtea dabo Sphæras pulcherrimas, quas nolo iſtis nunc immiſcere, quia multùm ob ijs differunt propter Catoptricum Gnomonem, quem facio vno quidem modo ſtabilem, alio tamen mobilem, quodam nimirum certo, & inuariato mobilitatis ordine: quare commodiùs de his agam *prop.* 83, *& ſeq.* vbi & ſtructuram ipſam Spærarum declarabo, & proiectionis præcepta tradam.

Adijciam etiam pulcherrimam Iridem, quam voco Catoptrico-Gnomonicam, à ſpeculo Cylindrico, in parietibus ac fornice cameræ occluſæ procreatam, Aequatorem eiuſque parallelos, cum in illis Sol extiterit, vno perpetuo lucis, reflexè arcu ſignantem.

Addam inſuper abſquè vllius Catoptricæ Sphæræ compoſitione Horarium Catoptrico-Gnomonicum, in ſuperficie parietis, vel teſtitudinis candida occluſæ ſimiliter cameræ, depictum nullis in ea ductis lineis.

Nunc ſolùm neceſſe eſt ſpecimen aliquod ob oculos ponere proiectionis, Catoptricæ Sphæræ (ſicut *libro 1 propoſ.21* proiectionis Sphæræ Natu-

ralis, ac Veræ ſpecimen dedi) vt ita velut in vnum collecta omnia praxeon Horographiæ illius Catoptrico-Gnomonicæ præcepta, quæ deinceps in particulari de ſingulis circulis diſtinctiùs tradam, hic ſub vno ſchemate, vno intuitu facilè quiuis perſpiciat, intelligatque quàm bene ea ipſa cohæreant Theoriæ, tum *primo libro* in genere, tùm *tertio iſto* in particulari expoſitæ.

Propoſitio XX.

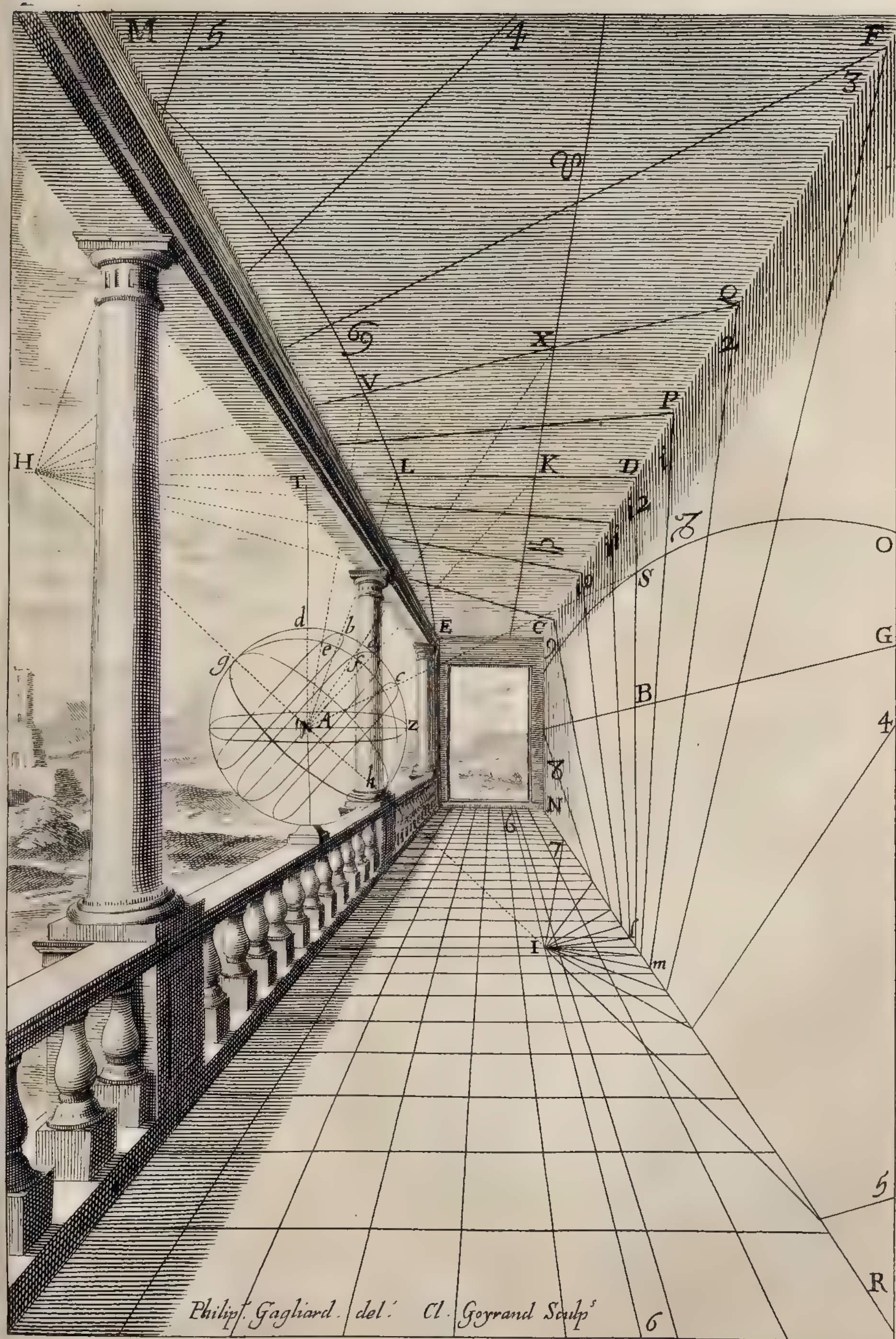
Horarium Catoptrico-Gnomonicum, Gnomonica Sphæræ Catoptricæ proiectione efficitur.

SIt planum verticale CNRF; & aliud in ſublimi CFME parallelum Horizonti; quæ duo plana ita ſint inuicem coniuncta, vt angulum rectum faciant in linea communi CF. Sit deinde Sphæra Horizontalis Catoptrica *per præcedentem* conſtructa, quæ ſecundùm cardines mundi, (prout ſitus iſte apparens exigit) ita collocetur, vt polus eius Arcticus *g* ad meridiem ſit, & Aequator ſeptentrionem reſpiciat. Horizon verò, & Verticalis circulus, in locis ſuis maneant, quemadmodum & Meridianus. Sphæra enim apparens, qualis eſt iſta Catoptrica Horizontalis, debet ad conſtructionem horologij Catoptrici diſponi ſecundùm ſitum, & locum propriæ apparentiæ conuenientem, quemadmodum ad conſtructionem horologij optici, Sphæra Naturalis, & Vera diſponitur ſecundùm ſitum, & locum naturalem, & verum.

Ita tamen collocetur dicta Sphæra, vt certam aliquam diſtantiam à dictis planis habeat, qualem nimirum, & quantam Horographus pro opportunitate loci commodiorem iudicauerit. Hic pro diſtantia centri Sphæræ à plano verticali ponimus lineam rectam (velut longitudinem Catoptrici Gnomonis) AB; pro diſtantia autem eiuſdem centri à plano horizontali, rectam TA, tanquam longitudinem alterius Catoptrici Gnomonis) ad idem planum horizontale orthogonaliter fixi in T.

His poſitis ſtatuatur oculus in centro A, & inde per ſingula puncta Meridiani, vſque in obuia plana propoſita, aciem intendat. Ita fiet vt totus Meridiani quadrans interceptus inter lineam Verticalem A*d*, & Horizontalem AZ, radijs opticis (quos ſi placet, ad faciliorem intellectum, ſupponamus ſplendidos, & vmbram facientes, veluti ſolares) quaſi depingetur, & *per 19 prop. primi huius* extendetur in vtranque rectam TD, & DB; quæ proinde repræſentabunt in prædictis planis, Meridiani quadrantem *da*Z. Quòd ſi planum horizontale produceretur vlteriùs versùs H; in illud incideret polus Arcticus *g* per radium, A*g*H; ſicut in I punctum pauimenti cadit Antarcticus *h* per radium A*h*I; eſſetque integer inter vtrũque polum contentus Meridiani ſemicirculus ſuperior proiectus in lineas HD, D*l*, *l*I:

&



Philip. Gagliard. del. Cl. Goyrand Sculp.



& consequenter esset H polus Arcticus proiectus, & centrum horologij Horizontalis, in plano C F M E: eodemque modo punctum I polum Antarcticum *h* referret, essetque centrum alterius Horizontalis horologij in pauimento.

Deinde vertat se oculus, & aciem ita inclinet, vt conueniat plano circuli horæ 2 à merid. qui sit *g e h*, & depinget in tribus planis tres rectas HQ, Q*m*, & *m* I; quæ simul sumptæ integrum semicirculum horæ 2 à meridie referent: nec dispari ratione reliquos horarios circulos in lineas rectas horarias deducet, *per 19 primi huius*. Præterea oculus aciem applicet circulo Aequinoctiali *a f*; & radij per eum educti formabunt in plano horizontali rectam K X, quæ in eo horologio erit linea Aequinoctialis, perpendicularis Meridianæ T D; parallela autem lineæ angulari duorum planorum, quæ est D E.

Tandem si idem oculus in eodem centro manens prospiciat per circuitum Tropici, verbi gratia Cancri, *b e*: radius visiuus ipso suo splendore, ac luce non superficiem aliquam planam efficiet, sed *per prop. 15 primi huius*, conum fulgidum, cuius vertex erit in A centro oculi siue Sphæræ; basis verò erit ipsa Tropici circumferentia, cuius singula puncta singulis radijs in superficie conica contentis fluere intelliguntur donec ijsdem radijs ad planum terminatis, similitudinẽ sui in eo exprimant, ac *per 20 primi huius* depingant lineam curuam L V. Eodem modo ex altera parte Tropicus Capricorni *c*, cùm in planum verticale simili cono optico fluxerit, desinet in lineam curuam S O.

Quomodo autem reliquorum circulorum proiectio intelligi debeat, ex his satis perspicitur, neque necesse est de singulis insinuare, cùm sit vna omnium ratio, seruata proportione situs, & loci proprij singulorum in propria Sphæra; vt videre est Horizontem proijci in lineam B G.

Et hæc sufficiant ad Horographiæ Catoptrico-Gnomonicæ partem theoreticam intelligendam; Nunc tandem properandum ad alterius partis, videlicet practicæ, tradenda præcepta breuiter & dilucidè quantùm Deus dederit in re, vt sat quilibet nosse potest, perdifficili.



Instru-

Inſtrumentorum apparatus in vſum Horographiæ practicæ præſertim Catoptrico-Gnomonicæ.

PRAEFATIO.

CVM radius reflexus, & vmbra, cæteris paribus, pari modo ſe habeant reſpectu planorum, ad quæ terminantur, vt ſuprà demonſtratum eſt, propoſ. 8, & ſequentibus; poſſent abſolutè, & ſecundùm ſe horologia Catoptrica (vt & Optica) abſque vſu inſtrumentorum conſtrui, ſolis nimirum præceptis geometricis, quæ in 2 libro tradita ſunt; tantùm paucis immutatis propter reflexionem. Nihilominus ſpecialis diſpoſitio, et natura locorum, in quibus communiter fieri conuenit horologia Catoptrica, omnino cogit inſtrumenta adhiberi, non modò ad facilitatem operandi, vel ad certitudinem operationis; ſed etiam ad abſolutam effectionem operis.

Nam primò in huiuſmodi horologijs, prout ea communiter fieri conuenit (vt dixi) non eſt liberum eligere longitudinem Gnomonis Catoptrici tantam vel tantam: ſed neceſſariò aſſumenda eſt tota quanta eſt ea diſtantia, quæ inter feneſtram, id eſt, locum ſpeculi, teſtudinemque, ac parietes cameræ continetur: quæ diſtantia communiter magna eſt, & ſine dubio longè maxima, ſi cum longitudine ſciatherici Gnomonis vulgaris comparetur. At iuxta datam longitudinem ſupponenda eſſet proportionata longitudo, & latitudo plani horologij, capax tot linearum occultarum, quæ neceſſariò præcedere debent horariarum, & aliarum ſimilium delineationem: longitudo autem Gnomonis Catoptrici nonnunquā ſuperat, vel vt plurimum, ſaltem æquat latitudinem longitudinemque tum teſtudinis, tum parietum: vt patet quando camera in quadro poſita eſt, vel in longum parum protenditur. Et conſequenter non poterunt teſtudo, vel parietes capere tot, & tam longas lineas occultas, quæ horologij delineationi geometricæ, neceſſariæ ſunt; præſertim cùm quilibet paries diuerſas occultas, ſibi, ſuæque ſpeciali declinationi conuenientes requirat.

Secundò ſuperficies in quibus horologia Catoptrica fieri conuenit, ſunt vt plurimum, & non vno modo irregulares, ſaltem maximam partem: ac proinde horologij in eis deſignandi regulæ generales purè geometricæ dari nequeunt.

Quare recurrendum tandem eſt ad organa, quorum vſus cùm ingenio, æquè ac manibus abſoluatur; & Geometriam non minùs ſapiat, quàm vulgaris vſus regulæ, circinique; non certè magis dedecet ingenuum Horographum.

Igitur priuſquam ad conſtructionem horologij Catoptrici deueniatur; apparanda ſunt organa idonea, & eorum declaranda compoſitio. Et quidem illa duo, mihi viſa ſunt optima, quibus à viginti, & ampliùs annis ſæpius vſus ſum, conſtruendis celeberrimis, eximijſque horologijs; tum quia ſimpliciſſima ſunt, & conſequenter errori minùs obnoxia; vt experienti patebit: tum quia optimè repræſentant circulos ſeu plana circulorum Sphæræ in horologium reducēda, quem-

admodum

admodum ex eorum constructione & vsu intelligetur. Potuisset è duobus vnicum fieri, quod simul ordine quodam notas, & figuras amborum complecteretur; sed ad vitanda incommoda, quæ (si ita fiat) occurrunt in vsu practico non pauca; duo efficere malui, quorum alterum voco Verticalem mobilem; & alterum Meridianum item mobilem; vt ita commodiùs alterum seorsim ab altero proprijs vsibus aptarem.

Preterea vtrique vicissim instrumento administram regulam adhibeo, quam voco Scalam semicirculi, seu graduum semicirculi, quia continet chordas graduum semicirculi, etiam cum minutis quantùm licet ea assequi; ac propterea illam sicut et ipsa instrumenta, volo esse notabilis magnitudinis, ne si parua sint, vsus habeant parum certos, præsertim in horologij longè, ac latè protensi delineatione.

Tandem quoad materiam, ex qua compingi debent; equidem laudatissima sunt cuprum, vel orichalcum, vel etiam ferrum: non tamen omnino displicet lignũ dummodo eligatur perbenè siccum, & solidum, sanum, & similare, absque næuo, & nodo, nec inæqualibus venarum toris intertextum (quantùm fieri poterit) ne propter aliquem eiusmodi defectum, inæqualiter, & obliquè se torqueat, & ita rectitudinem priùs acceptam deperdat. Fibulas tamen, & cardines, aliaque similia regendo instrumentorum motui, vel quietis firmitati stabiliendæ necessaria (de quibus statim agendum) è ferro, vel orichalco fieri omnino conuenit.

Præter hæc magis præcipua instrumenta, eorumque appendices (de quibus postea in particulari dicam) necessarium est præparare clauulos complusculos è ferro seu chalybe temperato, tenues, ac teretes; qui quidem in pariete, vel testitudine, aut alia qualibet simili superficie horologij, modicè defigi possint, & prestita necessaria opera, reuelli absque sensibili damno æqualitatis seu læuoris eiusdem superficiei.

Paretur etiam fili optimi serici tenuissimi glomus vnus & alter. Opto autem fila tenuissima stamine deducta æquali, modicè intorto, non crispulo, neque villoso (sed & si qua fuerint minutiora capillamenta, cera oblinantur) alterum quidem colore roseo dilutiore, alterum amaranthino saturo, aut alio simili suffusco, vt in vsu atque, opere lenis sine pressu contactus amborum faciliùs deprehendatur ex diuersitate coloris. Possent quidem assumi colore flauo alterum, alterum cæruleo, aut alijs pariter dissimilibus. Non placet tamen nigrum, solùm quia nimis fragile, fortè ex tinctura quadam caustica vi: displicet etiam candidum; quia ob similitudinem coloris, qui est in superficie horologij, in errorem aliquando, minùs cautos inducere posset, vt et ego aliquando obseruaui.

Parentur regulæ lignee rectissimæ oblongæ 8, vel 10 pedum; itemque aliæ breuiores trium, vel quatuor pedum: aliquæ tamen habeantur ita tenues, vt si quando occurrerit in superficie horologij elatum aliquid vel depressum, flecti facilè possint, & applicari omnibus punctis priùs inibi notatis.

Aliæ etiam habeantur regulæ oblongæ quidem, sed tenues, & simul ita late, vt non solùm flecti possint secundùm planam superficiem, sed etiam secundùm latus seu secundùm lineam fiduciæ incuruari, atque ita accommodari cuilibet

arcui

arcui vniformiter, & absque angulis delineando, ac depingendo in superficie horologij siue plana, siue concaua, aut conuexa. Huiusmodi regulæ fieri possunt ex osse, vt vocant, vel potiùs pinna Balenæ. Certè in hoc opus optimæ ille sunt; siue osseæ sint, siue nuceæ, seu abiegnæ, quæ se se ad quemlibet optatæ curuitatis flexum conuenienter aptari facilè sinunt; mox autem pristinæ rectitudinis statum sponte repetunt: sic enim nullum habent propriæ curuitatis vitium, quo regularem desideratam lineæ designandæ curuitatem fædari periculum sit.

Denique comparentur ea omnia, quæ necessaria visa fuerint ad lineas ipsas, primò quidem rubrica designandas, deinde verò post primam illam graphidem, insigniendas picturæ coloribus. Nam quia in huiusmodi operibus Catoptrico-Gnomonicis celebrioribus, non vnius solùm generis linee, vt horarum Astron. aut solùm horarum ab occasu &c. Sed etiam omnium simul generum linee, quæ quoslibet Spheræ circulos Gnomonicè proiectos referre possunt, describi solent (saltem à me ita fieri consueuit) ideo omnino necesse est quaslibet vnius generis lineas aliquo specialis picturæ colore, ab alijs alterius generis lineamentis distingui; alioqui foret maxima, tot linearum confusio, nec in vsu possent facilè à quouis etiam perito dignosci.

Cùm autem ad easdem tandem pingendas lineas deuenietur, velim omnino curuas, equè ac rectas, regula penicillum dirigente, pingi celeri, alacri ductu, elegantes, lepidas, continnas; non tarda manu rudes, laceras, et angulosas. Quapropter regula flexilis (vt antè dictum est) ita comparetur, vt ex eius latere superficiem horologij contingente, angulus fiducialis, obliqua cæsura, decutiatur; sic enim alter equè fiducialis, velut in sublimi positus, & penicillium optimè reget, & quamuis colorato madeat liquore, maculas tamen (vt aliàs facilè accidit, stillis immodicè, et inæqualiter affluentibus) in superficiem horologii non deriuabit.

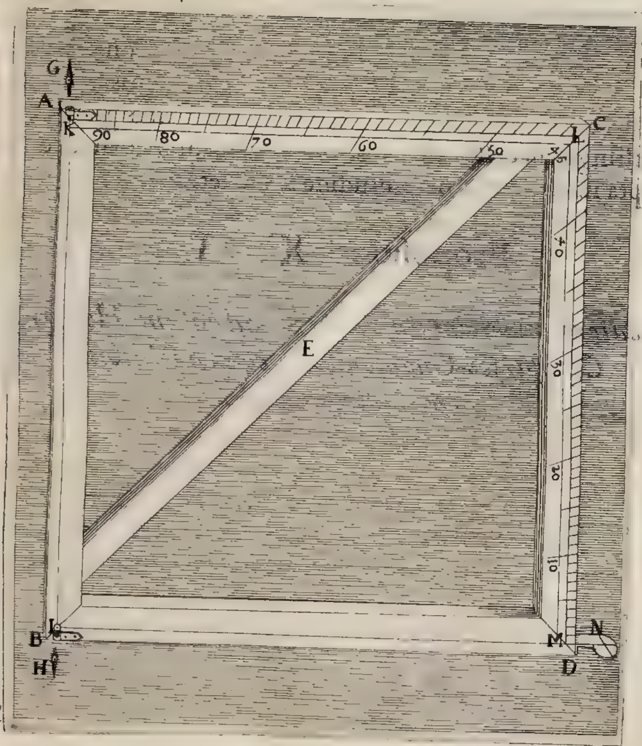
Enixè autem Lectorem rogo, vt si quæ in tota hac deinceps facienda organorum descriptione, videantur nimium curiosè, aut fortè dicat alius, nimium scrupulosè notata, vel inculcata præsertim nouis, et hactenus inauditis adhibitis nominibus; condonet hæc ipsa beneuolus, volenti bona fide certissimas, et quamplurimis, à me ipso experimentis fæliciter comprobatas, difficillimæ huius Catoptrico-Gnomonicæ delineationis praxes, necnon cautiones necessariò adhibendas accuratiùs describere.

Pro-

Propositio XXI.

Verticalem mobilem struere.

Qvatuor è lectiſſima Nuce, Pyro, vel Sorbo, regulæ quinos, vt minimùm, palmos longæ; digitos tranſuerſos quatuor latæ; vnum & ſemis craſſæ dedolentur: tum earum capita bina inuicem conſerta habiles firmæque commiſſuræ, affuſo etiam taurino glutine tenaciſſimo ita connectant; vt perfecti formam quadrati A B D C compingant; cuius quatuor ſimul latera in vnam perfectè planam ſuperficiem exæquentur.



Alia tamen ſimilis regula E, duabus in eundem vnum angulum conuenientibus A B, & A C inſerta, tum iſtas, tum reliquas pariter coerceat; ne quo infœlici euentu, laxatis compagibus, perfecti quadrati forma prior in rhombum turpiter declinet. Atque hoc modo optati Verticalis materiale corpus, vt aiunt, perfectum erit.

Sed fortè quæret aliquis, vt quid Verticalem mobilem huiuſmodi nun-

cupatum, quadratum fecerim, non autem verum circuli quadrantem, quemadmodum rei natura exigere videbatur? Certè quidem, ideo, quia ligneum feci. Nam nec adeo facilè est, arcum ligneum tantæ magnitudinis, cum tam modica latitudine, tamque exiguo craſſamento, perfectum, & æqualem, ex vno integro, licet aliquantulùm recuruo aſſere reſecare; aut etiam è pluribus inuicem conſertis partibus compingere: Et quamuis eum tandem perficeret longus accuratiſſimus artificis labor; non tamen æquè poſſet impedire, quin ad humentem aerem, ſe diſtendat; ad ſudum, vel etiam æſtuoſum, ſe contrahat in ſe ſe; atque adeo ſigna ſibi credita ſecum huc illuc multis modis in incertum torqueat; & vtentis operam diligentiamque deludat. At regulis rectilineis, vtpote, ſecundùm ligni electi æqualiter diſtentas venas minimè inciſas, exporrectis, non pariter, aut certè non ita ſenſibiliter nocet inæqualis auræ temperies. Alioqui autem ſi cui animus fuerit, tum Verticalem hunc mobilem, tum cætera inſtrumenta ex orichalco, vel alio ſimili egregio metallo conficere; non impedio; quin potius opto ſolitam naturalem quadrantis formam ſeruari, ac in eius circumferentia diſtingui æqualibus interuallis gradus, quos inæqualibus diſtingui neceſſe eſt, in hac aſcititia quadrati forma; dum tamen de præſcripta inſtrumenti magnitudine nihil detrahatur.

Propoſitio XXII.

Verticalem mobilem inſcriptis, ad vſum Horographiæ Catoptrico-Gnomonicæ, conuenientibus notis inſignire.

AD angulum exteriorem B, atque circa centrum I (quod ab extrema ora vtriuſque pariter regulæ A B, & B D, abſit interuallo paulò maiore quàm tranſuerſi digiti) excauatæ in orbem lacunulæ imponatur lamella orichalcea; & ita ſubtiliter affigatur retuſis clauulorum capitibus, vt neque extet, neque nimium ſubſidat; ſed ad reliquam totius inſtrumenti ſuperficiem explanetur: ſi quid verò fuerit aſperum, vel quouis modo elatum, arrodat limula, & exæquet. Affixa lamella, ſubtenui foramine, cui filum tenuiſſimum immitti poſſit, traiiciatur: foraminis verò labellum, ne acie filum incidat, leui frequenti conuerſione maiuſculæ terebræ in angulum acuminatæ, circumquaque hebetetur, ac veluti rotundetur. Lignum quoque foramini ſubiectum, ſimili directo, ſed aliquantulùm latiore foramine penetretur, quo faciliorem tranſmittendo filo viam pandat.

Per foraminulum, ſeu centrum I, ducatur recta IM, parallela ſummæ oræ lateris B D, nec non altera in latere A B, ac eiuſdem ſummæ oræ pariter æquidiſtans I K per idem centrum I extendatur, quæ neceſſariò illi primæ perpendicularis erit. Eodem tenore aliæ duæ nempe K L, & L M deſcri-

deſcribantur, quæ cum illis ac inuicem ad angulos quatuor rectos, concurrentes, quadratum I K L M perfectum, ideſt angulis quatuor perfectè æqualibus, cum omnimoda quatuor laterum æqualitate comprehenſum efficiant.

At hoc ipſum, quamuis ſupponi poſſet, poſt accuratam artificis lignarij operam; omnino tamen velim geometricè comprobari. Quare beneficio circini exploretur primò, an quatuor laterales iam dictæ lineæ ſint perfectè inuicem æquales; deinde an diametri K M, & I L ſint ſimiliter inuicem æquales: his enim ita ſe habentibus, perfectum erit quadratum, aliàs minimè. Cæterùm dummodo hæ ipſæ lineæ deſignatæ, ad perfecti quadrati formam legitimè quadrent, id planè ſufficiet; quamuis alioqui regulæ ligneæ inſtrumenti, errore artificis in angulos aliquantulùm obliquos coiuerint. His ita peractis, deſcribatur in aliqua ſuperficie plana, (figuram analemmatis vide inferiùs propoſitione 28.) circuli quadrans Y Z, cuius centrum O, diuidendus in gradus 90; qui etiam in minuta, quantùm licuerit, diuidendi ſunt. Ego quidem ne diutius detinear, vel fortaſſis errem definienda quarta præcisè parte permagni circuli, ſextam priùs ſic definio, praxi breuiſſima eaque facillima, nec erroris obnoxia periculo. Ducta ſemidiametro O Z, & facto puncto communis ſectionis Z, ex eo tanquam centro, ambulatoria cuſpide circini, vt priùs aperti, & quoad hoc prorſus inuariati, deſigno versùs Y, occultum circuli ſegmentum, quo circumferentia YZ ſecetur in F; tum verò diuido arcum ZF in gradus 60; quibus ſimiles 30 adiungo versùs Y, vt ſic tandem habeam 90, qui quadrantem circuli perficiunt. Sed hæc facilè norunt, qui vel leuiter in huiuſmodi practicis exercitati ſunt.

Diſtributo quadrante Z Y in 90, vel ſeſtante Z F in 60 gradus, ſimulque in minuta graduum; reſecetur O P æqualis lineæ I M inſtrumenti; & ex P ſurſum ducatur Tangens P Q perpendicularis ad O P, parallela autem ipſi O Y. Tum acus ſubtiliſſima eminula defixa in centro O, ad angulos rectos cum eo plano, regulam rectilineam vna ſi parte eidem centro ſemper cohærentem retineat, dum altera parte in gyrum ducitur: hoc enim modo, applicata ſingulis gradibus graduumque minutis linea fiduciæ, ducentur è centro O rectæ occultæ ſecantes Tangentem P Q in punctis R S T, &c. Si autem erratum non fuerit, portio R P, quam è Tangente P Q, abſcindit Secans gradus quadrageſimi quinti O R, erit æqualis lineæ L M, ſicut & L K in inſtrumento; cuius rei facto debitè experimento, notentur accuratiſſimè, & ſubtiliſſimè puncta Secantium in Tangente P R; & ſtatim interualla ſingulorum, à ſummo puncto R deſcendendo versùs P, accipiantur fideliſſimi circini beneficio, transferanturque ſigillatim in vtranque inſtrumenti lineam L M, & L K, à puncto quidem angulari L, procedendo versùs M, & versùs K.

Tranſlatis debito ordine punctis omnibus, fiant in vtroque latere A C & C D, aliæ lineæ tres, quatorue ipſis L M, & L K, parallelæ, in ſingulos

 angu-

angulos rectos prope L concurrentes; quas, vt moris eſt, intercurrentes cancellatim ſecent lineolæ à centro I prodeuntes, & varios complures loculamentorum ordines, alios quidem denis, vel quinis, alios autem ſingulis gradibus, necnon & alios minutis graduum, pari modo, tribuendos diſcriminent. Tum cuilibet ordini propriæ numerorum notæ imprimantur, facto initio à puncto M; & inde per medium L progrediendo vſque ad K terminum quadrantis ſupremum, quo nonaginta graduum clauditur numerus.

Libenter ſubiungerem alium modum diuidendi prædictas inſtrumenti lineas L M, & L K; nimirum per tabulas Tangentium, qui modus nonnullis fortè magis placet; ſed in praxi non æquè mihi arridet, quia nec certior eſt, vtpotè qui ſimiliter perficiatur tum diuiſione cuiuſdam lineæ rectæ (quam vocant matricularem) in partes, & minuta, vel etiam ſecunda; tum tranſlatione punctorum: eſtque inſuper multò laborioſior. Quare eum nunc omitto, aliàs fortaſſis eundem traditurus ſimul cum neceſſaria tabula, ſi occaſio ſe ſe obtulerit.

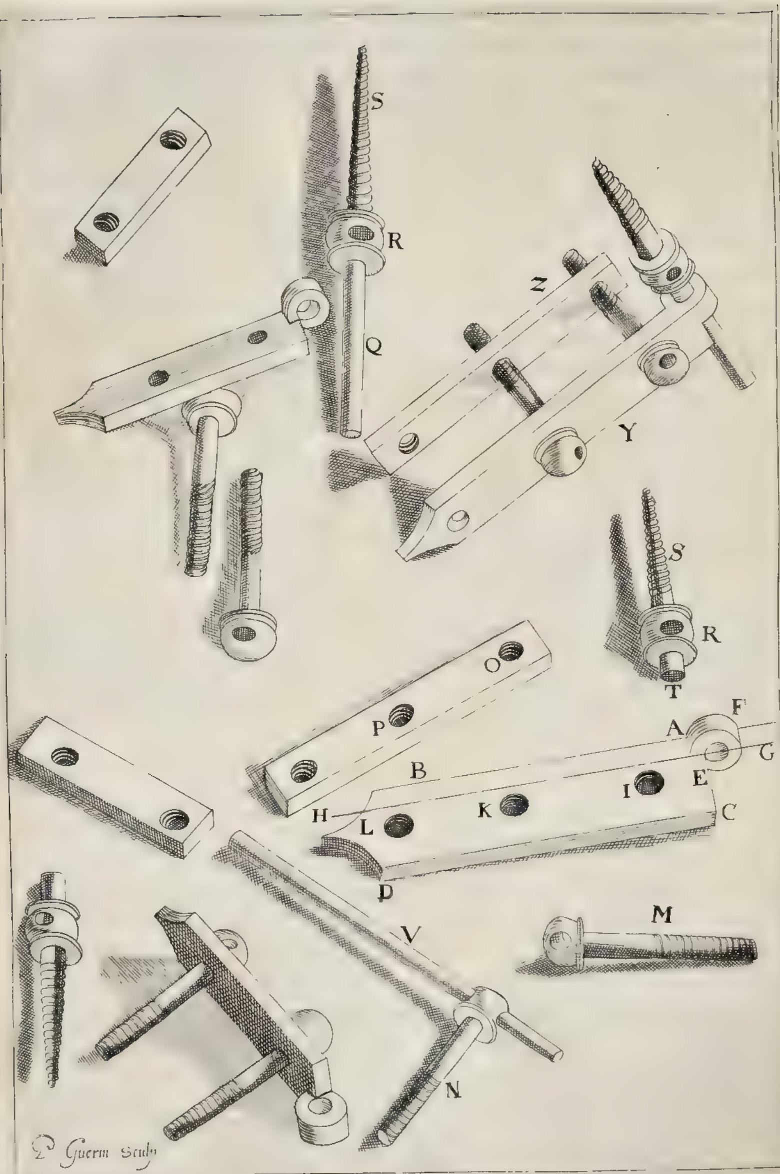
Nunc certum eſt inſtrumentum quadrangulum, huiuſmodi notis inſignitum quadranti circuli optimè æquiparari, & diſtincta conuenientibus numeris annotata ſigna, gradibus quadrantis, necnon minutis æquiualenter ita reſpondere, vt lineam rectam è centro inſtrumenti I, per quamlibet aſſignatam lateralem notam educi, ſit geometricè idem ac educi è centro veri circularis quadrantis, per gradum eius (ſeu gradus minutum) numero & ordine ſimilem; quemadmodum euidentiùs patet ex ipſo modo, quo graduum ac minutorum notas è quadrante in quadratum transferri iuſſi. Hoc ergo inſtrumento vti liceat tanquam vero, & indubitatæ fidei quadrante circuli Verticalis.

Propoſitio XXIII.

Idoneas ad circularem Verticalis inſtrumenti motum, fibulas necnon etiam cardines parare.

Motus, qui noſtro huic Verticali competit (vt iam antè inſinuaui) circularis eſt, circa vnam eiuſdem Verticalis lineam immobilem, veluti axem, quare fibulas, & cardines habiles, tali quodam artificio comparare neceſſe eſt, vt fibulæ quidem ipſimet Verticali conuenienter affixæ, cardines verò tanquam poli fibulis inſerti, & ſuis locis, poſtea aſſignandis, firmiter depacti, Verticalem inſtrumenti machinam ſuſtentent. Et quidem hæc ipſa ſuo modo condere, cuique liberum eſt; ſed mihi hac (quam ſubijcio) forma, commodiſſima viſa ſunt.

Lamina è ferro, vel orichalco elimetur ABDC longa digitos circiter 4; lata vnum; modicè craſſa; interiori ſaltem facie, quam delineata pagina oſtendit


S
R
Z
Q
Y
S
R
T
O
P
A
F
G
B
E
I
K
H
L
C
D
M
V
N
Guerm sculp

oſtendit, perfectè plana (vt hoc modo æqualiter cohærere poſſit inſtrumento ſimiliter plano) duobus foraminibus I & K circularibus, directis, æqualibus peruia: cui ad caput A C, è ſemetipſa adnatus orbiculus eminulus FE, partim vltra lineam CE ſe porrigat, partim ſupra ſuperficiem planam, quam dixi interiorem, orthogonaliter ſe attollat, quartam partem tranſuerſi digiti craſſus; diametro ſemidigitali; vel, ſi lubeat, paulò maiori, latus. Hic deinde orbiculus, recto foramine circulari modicè lato ita penetretur, vt linea ſummæ oræ A B versùs F producta, & altera eidem parallela H G, in eadem prædicta interiori ſuperficie exiſtens, per mediũ cylindrici foraminis axem hinc inde tranſeant: linea verò C E in extrema item ora ad ipſas BAF, & H G perpendicularis per eiuſdem foraminis latus rectà incedat.

Geminæ deinde cochleolæ M & N torno fabrefactæ hunc modum habeant: ſummum illis caput globoſum, transuersè perforatum, mox complanetur in orbicularem exiguam baſim: ſcapus verò duos digitos longus è baſi aſſurgens, deſcriptæ iam laminæ foraminibus I & K ſecundùm diametrum commenſuretur; quem ad extremum, ſtria ſectilis in ſpiram septies, ſiue octies, vel etiam pluries circumfuſa ambiat.

Altera poſtmodum lamina (longitudine atque etiam ſi vis latitudine minor, quàm ſit illa iam priùs deſcripta) perforetur gemina in cochlidia O & P, quibus habiles verſatilium cochleolarum immiſſas ſpiras altè includat.

Tandem cochleolæ M & N, inſerantur foraminibus I & K, ſimiliterque cochlidijs O & P committantur: his namque inuicem ita connexis, conſtat perfecta fibula Z Y, apta iam affigi inſtrumento, ea parte quam *ſequenti propoſitione* indicabo: hic tamen interim nihil vetat paucis aperire modum, quo affigenda, & confirmanda eſt. Fiant in ipſo inſtrumento ligneo (locis, vt dixi, mox deſignandis) duo foramina reſpondentia, & æqualia foraminibus I & K: deinde lamina deferens annulum, dictis ſuis foraminibus I, K, excipiat prior ambas cochleolas, quas ſecundo loco pariter etiã excipiant parata foramina inſtrumenti lignei; mox eaſdem lenta vertigine ſubeuntes, paulatim à tergo coerceat cochlidiorum amplexus tenax; ac tandem ſtylus ferreus V, capita ipſarum perforata tranſmiſſus, validè contorqueat; quò ſcilicet medium, inter vtranque laminam, lignum, torculi modo premant; nam vehementi eo preſſu fibularem annulum ſimul cum lamina deferente, optato in loco compoſitum, firmum, immotumque ſtatuent, & retinebunt.

Huic fibulæ conficienda altera æqualis, & opere quidem ſimili, ſed annuli poſitu oppoſito, in eum modum, quem delineatio demonſtrat, vt ſcilicet lateribus inſtrumenti oppoſitis, pariter ambæ ex aduerſo aptari poſſint, & vtrunque annulum, ad ſummam hinc inde lateralem oram exponere.

Duo etiam vertices, vel cardines, ſiue poli iam deſcriptis fibularum

annulis

annulis inſerendi tornentur in hanc formam. Medium tympanum R transforatum, è coronario torulo in exiguam circularem baſim vtrinque complanetur, & ex vna quidem parte porrigat ſcapum perfectè cylindricum Q & T, qui liberè fibularem annulum penetrans, eundem ad iuſtam æqualem diametri menſuram impleat. Ex altera verò parte deſinat in capulum S qui turbinatus in mucronem, & ſpirali ſtria profundiori à ſummo ad imum æqualiter deducta, penetrabilis; moxque ſtylo ferreo V per tympani foramen immiſſo, & contorquente, paulatim depactus in ſolidiorem lignei fulcri materiam, ab eadem teneatur ſimul cum tympano & ſcapo immotus. Præterea ſcapus cardineus alter, vt Q, ſit longus tres digitos; alter vt T, quarta parte tranſuerſi digiti adæquet craſſitiem annuli fibularis, vel ſi, ita videatur, paulò maiori nonnihil ſuperet.

Propoſitio XXIV.

Eaſdem fibulas Verticali inſtrumento aptare.

CVm duæ illæ inſtrumenti lineæ, quæ in angulum centro I oppoſitū conueniunt, videlicet L M, & L K; quæ & graduum vicarias notas iam receperunt; ſimul ambæ vicem gerant circumferentiæ quadrantis circuli Verticalis, comprehenſæ inter Zenith, & Horizontem: linea K I erit loco ſemidiametri porrectæ à Zenith ad centrum vſque, tum Verticalis, tum Horizontis, tum Sphæræ totius: atque adeo dicta linea erit loco axis Horizontis, ac omnium ſimul æquidiſtantium Horizonti circulorum: atque ob hanc cauſam, nunc aſſumetur in axem circa quem immotum fiet inſtrumenti conuerſio; eique propterea fibulæ habiles conſerendæ, quibus ſuſtentatum ipſum inſtrumentum, & paratis cardinibus ſeu polis impoſitum, æqualiter circa ipſam immotam voluatur.

In hunc ergo finem producatur linea I K, vſque ad interſectionem lineæ, quæ eſt in ſumma inſtrumenti ora A C: deinde in ſuperiori labro, vbi craſſamenti ſeſquidigitalis planities patet, atque ex puncto prædictæ interſectionis tanquam centro, deſignetur & excauetur exigua ſemircularis lacuna, quæ fibularis annuli (*deſcripti prop. 23*) ſemicirculum commodè capiat; iſque eidem ſic imponatur, vt laminæ deferentis plana ſuperficies (quam ſupra vocaui interiorem) cohæreat cum inſtrumenti ſuperficie anteriori, eiuſdemque laminæ linea A B congruat cum dicta inſtrumenti linea A C.

Pari etiam modo in parte inferiori inſtrumenti, producta eadem I K vſque ad interſectionem inferioris oræ B D, deſignetur, & euacuetur ſimilis lacuna, vt ſuprà, & illi pariter imponatur annulus alter fibularis, ita vt iſtius quoque laminæ deferentis linea ſeu latus A B, ipſeque proinde annulus cum prædicta inferiori inſtrumenti ora B D congruat. Hoc nempe modo annuli

annuli fibulares, ad summa opposita instrumenti labra, expositi insertos ex aduerso cardinum scapos directo libero amplexu pariter excipient: & is insuper, qui inferior est, iuxta I centrum, annulus in subiecta sui cardinis basi, cum tota versatilis instrumenti machina placidè conquiescet. Accuratissimè tamen obseruetur, vt instrumenti linea I K, medium vtriusque fibularis annuli centrum rectà peruadat.

Atque hac demum lege coaptatæ fibulæ consertis contortisque cochleolis, vt *præcedenti prop.* dictum est, optimè confirmentur. Ad extremum confirmatis cochleolis, vel si commodius fuerit priusquam confirmentur sectilis exiguus sulcus in dimidiatum cylindrum sub annulo fibulæ superioris K, secundùm ipsam lineam K I excauetur, qui teretem scapum siue axem cardinis G longiorem, ipsi annulo K insertum admittat: ad alium verò polum H, non est necessarius huiusmodi sulcus, præsertim si eius poli radius breuior, vltra annulum I non assurgat, vt *præcedenti proposit.* annotatum est.

Propositio XXV.

Gubernaculum ad statas motuum periodos, necnon ad quietis oportunam stabilitatem, Verticali instrumento affigendum parare.

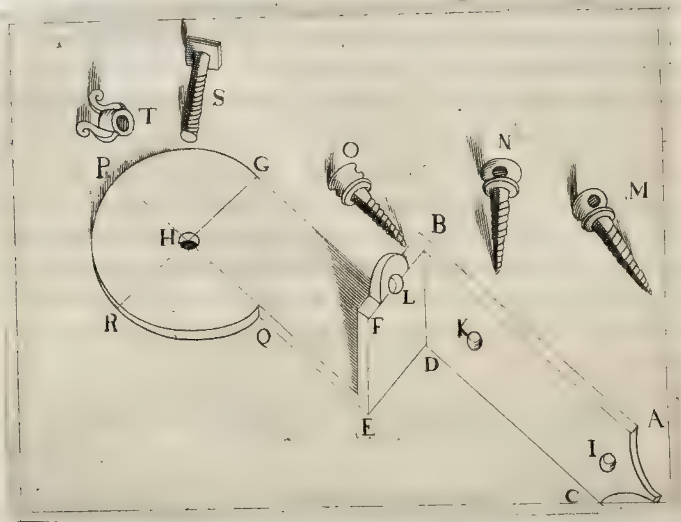
GVbernaculum, vt nomen quoque officio congruat, voco appendicem quandam Verticalis mobilis, quæ eidem instrumento, iam suis polis ritè liberato, adducendo, reducendoque, ac in debito situ confirmando accommoda, tali opere & forma perficitur;

Lamina è ferro, vel orichalco, crassa modicè, lata vnum digitum, tres circiter digitos habens à cuspide A siue C, vsque ad B & D; vbi in angulum rectum A B F, siue C D E inflectitur; inde autem à flexu, id est à B D linea interioris anguli, sesquidigitum longa, iterum simili ad latus angulo recto B D G, siue F E Q reflectitur à parte inferiori, videlicet à linea anguli exterioris D E; indeque duos digitos tensa, explicatur in circulum Q R P G, cuius centrum H in linea est fiduciali E H P, vt eiusdem lineæ fiducialis portio E H sit trium circiter digitorum; semidiameter verò circuli sit vnius digiti.

Prope cuspidem A C, fiat foramen circulare I, pariterque aliud ei simile in K, semidigitali à flexu B D interuallo; necnon tertium aliud vtrique simile in L, relicta in hunc finem particula illa ad latus regulæ post flexum, eminula, quam pictura demonstrat. His tribus foraminibus inserendæ tres cochleolæ M N O, eodem modo fiant, quo aliæ antea descriptæ; excepto quòd, in acumen desinant, & stria paulò profundiori insecentur; vt lignum penetrare, ac eidem firmiter inhærere possint, earum verò longi-

tudo

tudo inde à basi, quæ sub capite est, vsque ad summam cuspidem sesquidigitalis sufficiat.



Ad centrum H fiat etiam foramen circulare modicè patens, ipsique habilis inseratur Gubernaculi clauus seu temo S, capitello æqualiter circumquadrato, subter superque plano; scapo tereti, ad extremum sectili in spiram stria minuto, paratum versatile cochlidium T arrepturo.

Propositio XXVI.

Idem Gubernaculum ipsimet Verticali instrumento aptare.

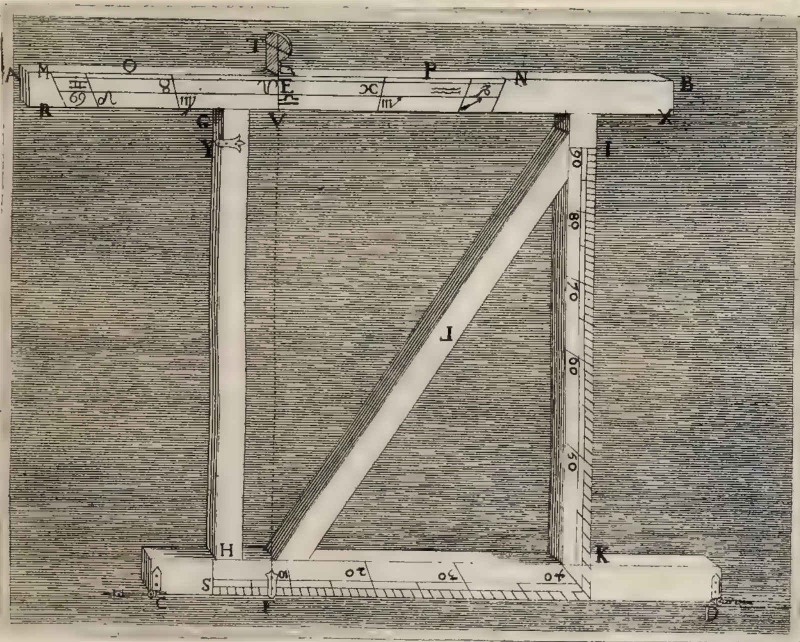
SOla superest linea I M in Verticali mobili, quæ ad eiusdem regimen comparetur, hæc enim vicem gerit Horizontis, seu radij Horizontis secundùm quem, & per quem huius instrumenti motus omnis erit: quare eidem ipsi, optimo iure affigendum est Gubernaculum. Itaque ad caput eius marginis qui superest in ima parte instrumenti inter M, & D, consertis à tergo cochleolis (quæ in anteriorem faciem non exeant) sic aptè assuatur paratum *superiori prop.* Gubernaculum, vt ad latus instrumenti CD orthogonaliter eminens, in anteriorem eius faciem exerat integrum præcisè semicirculum QR P, & linea fiducialis E Q P, cum ipso in primis centro H, sit æqualiter in plano eiusdem anterioris faciei: idque sub radio Horizontis I M, tali ac tanto interuallo, quanto & crassa erit Scala gubernatrix (de qua postea) videlicet semidigitali; Scala siquidem clauum tenens, & infe-

inferiori sui superficie tangens planum Gubernaculi N semicirculum, altera superiori facie ad radium vsque I M assurget, ita tamen vt ipsum non superet; cuius rei ratio postea commodiùs dicetur, cùm de Scala, & de committendo eidem clauo.

Propositio XXVII.

Meridianum mobilem struere.

OPere simili, necnon ex eadem materia, ex qua Verticalis, fiat etiam Meridianus, tali forma, qualis in exemplari exhibetur, in latum quidem quodammodo angustiore, sed in longum prolixiore.



Duabus itaque regulis A B, & C D latis & crassis, vt in Verticali dictum est; aliæ duæ G H, & I K latitudine pares, item & crassamento; velut in quadrangulum A C D B conserantur; quinta regula L subtendente angulum rectum I K H, & eatenus reliquos pariter rectos, æquè inuariatos continente. Omnes tamen simul, ita inuicē copulentur, vt in vna æquali perfectè plana superficie componantur. Tota latitudo C A, vel D B, nempe à labio ad labium, æqualis sit Verticalis antè descripti latitudini, non quidem toti; sed solùm ab axe I K ad labium C D: quod ideo obseruari præcipio, vt Scala

la ſemicirculi poſtmodum deſcribenda, Meridiano æquè ac Verticali deſeruiat. Regulæ A B ſenos ad minùs palmos longæ portio G A porrigatur ad ſeſquipalmum, & tres circiter digitos tranſuerſos, vltra latus G H: Regulæ verò C D quinque palmos, vel parum ampliùs longæ portio H C extendatur ad ſemipalmum, vel parum ampliùs vltra idem latus G H.

Propoſitio XXVIII.

Meridianum mobilem inſcriptis, in vſum Horographiæ Catoptrico-Gnomonicæ, conuenientibus notis inſignire.

IN regula C D ſumpto vnius palmi, & duorum fermè digitorum interuallo C F, excauatam ad terminum F lacunam, lamella orichalcea repleat, cui & firmiter inhæreſcat, clauulis confixa; ita tamen vt modica eius particula in ſemicirculum reſecta emineat extra lineam oræ C D. Tum verò capita clauulorum retuſa, & ſi quid aſperum ipſa lamella habuerit, diligenter complanetur, ac læuigetur, vt in ſimili dictum eſt *propoſ.* 22 de lamella affixa Verticali. Hæc etiã ſicut & illa ſubtiliter perforetur, ita vt lineæ rectæ C D, extremam regulæ oram terminanti, atque adeo ipſius puncto F ad amuſſim reſpondeat centrum foraminis tenuiſſimi; cuius inſuper labellum, vt & illius iam dictæ, eodemque modo, hebetandum eſt.

In regula A B fiat recta linea M N parallela ipſi C F D interuallis inter eas hinc inde æqualibus circino cõmetiẽte accuratiſſimè definitis. Poſtmodum per centrum ſeu foraminulum F, excitetur ad vtranque iam dictã lineam perpendicularis F E. Quo in negotio nolim facilè credatur vulgari normæ rectangulæ, cùm vix aliqua habeatur requiſitæ magnitudinis, prorſus verax: ſed geometricè poterit dicta perpendicularis *per* 12 1 *elem.* deſignari ſic: cuſpis immota circini imponatur centro F, altera autem verſùs parallelam M N extenſa, eandem intercurrente exiguo occulto circuli ſegmento, vtrinque ſignet in punctis M & N, quam mox bifariam diuidat punctum E, medium inter duo extrema M & N; & tandem regula rectilinea puncto ipſi E, & centro F applicata, fœliciter dabit optatam perpendicularem F E.

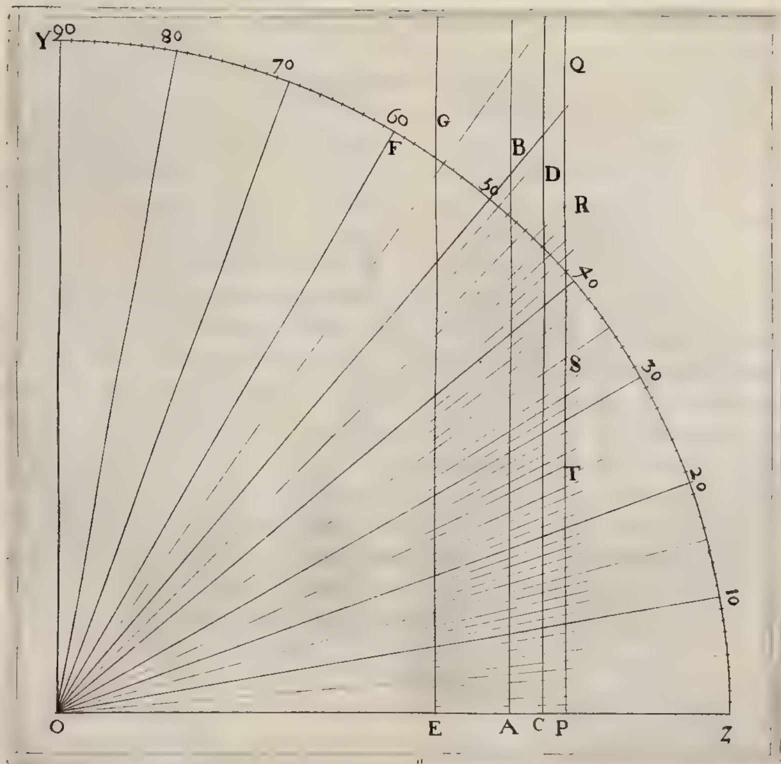
Repetatur nunc figura radiorum Zodiaci ex *prop.* 39 2 *libri*, vel certè alia traditis ibidem præceptis accuratiſſima fiat, quæ non modò initia Signorum, ſed etiam omnes, ac ſingulos eorum gradus, ſiue graduum radios contineat. Ac in ea iam parata figura, reſecetur radij Æquatoris BA, portio BR æqualis perpendiculari F E, in inſtrumento iam nunc delineatæ. Rurſus in eadem radiorum figura à puncto R, ad vtrumlibet latus ducatur R V, perpendicularis quidem ad eundem Æquatoris radium B R; cæteros verò ſecans in punctis S, T, V, & ſimilibus, quorum interualla ſigillatim à

puncto

puncto R, beneficio circini diligentiſſimè accepta, transferenda ſunt in lineam inſtrumenti M E N, à puncto quidem E in vtranque partem versùs M, & versùs N.

Tranſlatis hoc modo punctis omnibus, ductiſque lineis quibuſdam ipſi M E N æquidiſtantibus, lineolæ ſecantes ex F centro, per ſingula ea puncta, vt aſſolet, reticulatim educantur, formentque pro ſingulis gradibus cellularum ordinem vnum: & alterum pro denis gradibus cuiuſque Signi, ſimul cum figuris numerorum: necnon tertium pro integris Signis ſimul cum ipſorum nominibus, vel characteribus: à puncto E versùs M deſcribetur ♈ cum alijs quinque borealibus; ab eodem puncto E versùs N ♎ cum reliquis auſtralibus Signis deſcribetur.

Optarem equidem in eadem regula A B, annotari gradus quadrantis circuli, tot ſaltem quot regula capere poterit, hinc inde; incipiendo à perpendiculari E F, quæ eſt initium Arietis & Libræ: quia licet abſolutè neceſſarij non ſint, non parum tamen vtiles futuri ſunt. Itaque in eadem regula A B ducatur recta R X parallela ipſi M N, eamque ſecet radius Æquatoris F E puncto V.



Deinde fiat vt *prop.* 22 dictum eſt, analemma quadrantis circuli; & in

 eius

eius ſemidiametro O Z ſecetur O C æqualis interuallo F V, in inſtrumento; & rurſus in analemmate, à puncto C ſurſum excitetur Tangens C D perpendicularis ad O C, parallela autem alteri ſemidiametro O Y: hanc modò Tangentem ſecent lineæ rectæ à centro O, per ſingula graduum ac minutorum puncta eductæ; puncta verò interſectionum ſubtiliter notata, & ſigillatim, cum ipſorum interuallis, à puncto C, ope circini accepta transferantur in lineam inſtrumenti R V X, nimirum à puncto imedio V, in vtranque partem. Et quidem ad partes R non recipiet regula, niſi ad ſummum 25 gradus; at verò ad partes X, quà longiùs protenditur, multò plures recipere poterit. Tandem extenſis duabus tribuſue rectis, parallelis ipſi R V X, ductiſque à centro F, vt moris eſt, lineolis cancellatim ſecantibus; ſuæ gradibus ſingulis, & ſuæ denis interſtinctæ areolæ deſcribantur: in ſchemate quidem gradus ipſos, eorumque areolas non diſtinxi; quia latitudo pictæ regulæ A B, eas non capiebat; ſed eos commodiſſimè capiet vera ipſius conſtructi re ipſa inſtrumenti regula.

Ad vltimum, deſcriptis iam omnibus neceſſarijs figuris in regula AB, operæ pretium eſt, gradus etiam quadrantis circuli, ſaltem aliquos, cum eorũ minutis, deſignare in inferiori regula C D, quorum vſus vnicus erit determinare quantitatem eleuationis polaris ipſius inſtrumenti, quando iuxta propriam poli mundani; in qualibet regione, eleuationem in debito ſitu collocandum erit. Igitur in regula G H, vel alibi, prout commodius fuerit, lamella figatur Y, ſimilis lamellæ F, eiuſque foraminulum pari modo fiat. Mox per ipſum foraminulum Y, parallela radio Æquatoris E F ducatur recta Y S ſecans regulam C D, eiuſque lineam C F D, in S: poſtmodum in analemmatis ſemidiametro OZ abſcindatur OA æqualis ipſi Y S in inſtrumento: & in puncto A excitetur Tangens A B; eiuſque graduum puncta ſumpta (vt de alijs dictum eſt) circino transferantur in organi lineã SFD, à puncto S versùs F & D: quos verò gradus non capiet regula C D, commodè recipiet regula I K; ſi tamen lineæ I K, reſpondens, in analemmate prædicto, Tangens deſignetur ex qua in ipſam gradus transferantur. Ducta itaque recta Y I parallela ipſi C F D, & ſecante rectam I K in I, ſumatur interuallum Y I, & ipſi æqualis in analemmate abſcindatur O E; tum ex E Tangens ducatur E G: eius quippe puncta graduum transferri poterunt, dicto iam modo, in rectam I K, à puncto I versùs K, vſque ad concurſum cum recta CFD. Cætera quoad graduum & minutorum diſtinctionem, ritè dicto iam ſæpius modo fiant. Numeri initium ſumant à puncto S: & ſic tandem paratum, ac debitis notis inſignitum erit inſtrumentum.

Pro-

Propoſitio XXIX.

Idoneas ad Meridiani circumuolutionem, geminas fibulas, atque etiam geminos cardines, ſimulque Gubernaculum præparare.

POli ſiue cardines, aut vertices Meridiani, fiant omnino ſimiles polis Verticalis deſcriptis *prop.* 23: ſed & fibulæ ſimiles fiant fibulis eiuſdem Verticalis; attamen lamina vtraque deferens annulum, tribus foraminibus I K L circularibus, directis, æqualibus, vt ibi dictum eſt, traijciatur; ita tamen, vt æqualia ſint interualla KI, KL: altera ſimiliter vtraque lamella triplici reſpondente cochlidio inſtructa ſit: ſufficient tamen geminæ in ſingulas fibulas cochleolæ; quamuis ternas fieri non prohibeo: quare autem in vtraque fibula, tertium foramen L (cùm duo ſufficere videantur) fieri iubeam, rationem aperiam *prop.* 116. Gubernaculum fiat omnino ſimile, & æquale Gubernaculo Verticalis.

Propoſitio XXX.

Eaſdem fibulas, & Gubernaculum organo Meridiano aptare.

IN hoc inſtrumento linea M E N eſt Tangens circuli Meridiani, eiuſque refert circumferentiam, vel certè circumferentiæ partem; eam videlicet partem, quæ inter vtrunque mundi polum æqualiter ſita, tum Æquatorem ſecat, tum eius parallelos, qui per ſingulos Eclipticæ gradus incedunt: ideo enim ipſorum declinationes è figura radiorum Zodiaci deſumptæ, coniectæ ſunt in eam ipſam lineam M E N. Ex hoc autem ſatis patet lineam C F D, in regula C D, non modò eſſe diametrum, ſeu partem diametri, circuli Meridiani; ſed eſſe inſuper axem Æquatoris; vtpote cùm ſit perpendicularis ad eiuſdem radium, ſiue ſectionem E F. Atque ob hanc ipſam cauſam, linea C F D nunc aſſumitur in axem, circa quem immobilem, mobilis hic voluatur Meridianus. Quare eidem tribuenda ſunt ea, quæ motui circulari inſtrumenti; lineæ verò E F ea, quæ quieti ſeruiunt. Quod quidem in hunc modum perficietur.

Ad vtrunque extremum caput regulæ C D in linea C F D reſecetur exigua ligni particula, tanta videlicet, & tali forma, vt eius vacantem lacunam expleat præcisè medietas externi ambitus annuli fibularis; tum fibulæ *ſuperiori prop.* paratæ, hinc inde ex aduerſo ita conuenienter adaptentur, vt per annuli vtriuſque centrum, ſæpius dicta linea C F D examuſſim in-

cedat. Et hoc facto iuxta annulum fibularem C, ſecundùm ipſam angularem lineam CFD, ſulcus quidam in regula lignea imbricatim ita vacuetur, vt poli ſiue cardinis Arctici, radio tornatili longiori toti liber intra eum annulum pateat ingreſſus.

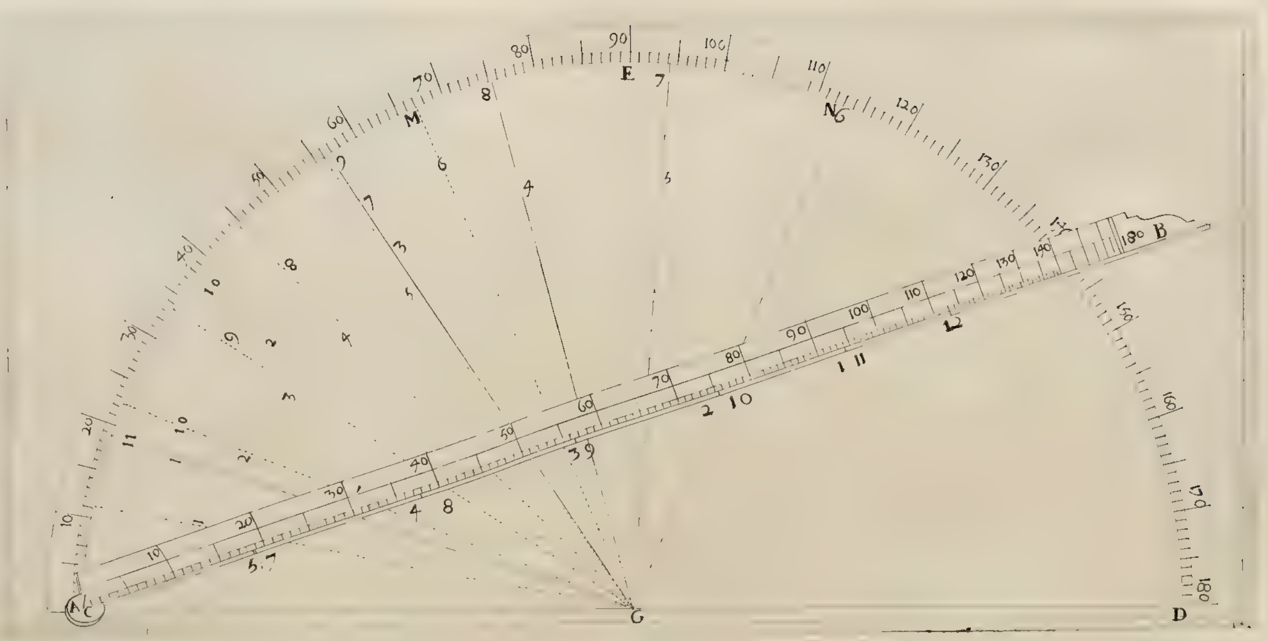
Poſtmodum in regula AB, interuallo ſemidigitali ab radio Æquatoris EF inter E & B, ſuum inſtrumento Gubernaculum T, à poſtica eius parte affigatur, tenacibus cochleolarum ſpiris lignum ſubeuntibus, ſed in anticam vſque faciem minimè penetrantibus; ne in vſu, atque operandi actu obicem ductario filo ponant. Quod quidem Gubernaculum è ſummo labro regulæ AB, ad rectos angulos criſtæ modo ſic emineat, vt clauus eius, quem Scala rectrix prehendat, in partes B obuertatur; & linea fiducialis, ac in primis ipſum Gubernaculi centrum, & claui axis, ſint in plano anticæ iam dictæ faciei inſtrumenti, vt etiam obſeruatum eſt in Verticali.

Præterea diligentiſſimè proſpiciatur, ne totus Æquatoris radius FET, hinc videlicet Meridiani centro F, inde Gubernaculi centro T comprehenſus, quouis modo ſit aut breuior, aut longior toto integrè ſumpto Horizontis radio IN in Verticali mobili, comprehenſo videlicet, inter ipſius Verticalis centrum I, & N centrum Gubernaculi eiuſdem: aliàs enim (vt iam *propoſ.* 27 annotaui) non poſſet eadem vnica ſemicirculi Scala vtrique inſtrumento moderari.

Propoſitio XXXI.

Scalam ſemicirculi ſtruere.

E Læuigata Nuce, Pyro, vel Sorbo, vt ſuprà, fiat regula AB rectiſſima; (figuram habes pag. ſequent.) tres circiter digitos lata; ſemidigitum craſſa; palmos circiter decem longa (aut nouem ad minus, quantùm nimirum ſufficiat, vt chordas graduum arcus ſemidiurni maximi, vt poſtmodum enodatiùs dicam, recipere poſſit) quæ in altero extremo capite A, è ſemetipſa ad latus porrigat exiguum ſemicirculum, cuius centrum in linea fiduciæ ſit, & mediocri in directum foramine penetretur, quò æqualis cum ipſo foramine diametri, teretem ſtylum ſeu clauum Gubernaculi, ſibi perpendiculariter immiſſum, & commiſſum amplectatur, ac rectum teneat.



A
C
B
D
E
G
H
L
M
N

Propoſitio XXXII.

Scalam ſemicirculi in ſuos gradus diſtinguere.

PRincipiò ſuperficies aliqua perfectè plana exquiratur, & *per 12 huius*; comprobetur, quinos ſaltem & ſemis lata palmos, vndenos circiter longa: poterit verò in hoc opus aſſumi menſa aliqua perampla lignea curiosè læuigata, qualis non raro in ædibus, præſertim diuitum, reperitur, lineis noſtris haudquaquam ſanè turpanda, ſed verò ipſa potius matheſi plurimùm & cohoneſtanda, & decoranda: quanquam hæ ipſæ lineæ leuiter deſignandæ, non profundiore ſulco exarandæ ſunt, vt poſſint poſtmodum, affrictu panni rudioris, facilè deleri. In hac electa planitie deſignetur recta C D; eiuſque rectitudo comprobetur *per 12 huius* indicio fili ſerici tenuiſſimi validè intenti, quia non facilè inuenitur regula eius longitudinis perfectè rectilinea.

Deinde aſſumpto in ea linea puncto G, tanquam centro, deſcribatur fideliſſimo circino ſemicirculus C E D, cuius ſemidiameter G C, ſiue G D præcisè ſit æqualis totali radio Horizontis I N in Verticali mobili, vt & totali radio Æquatoris F T in Meridiano item mobili. Semicirculus ducta ad C D perpendiculari G E, diſtinctus in duos circuli quadrantes, diuidatur, vt aſſolet, in 180 gradus; necnon inſuper in graduum minuta, quantùm permiſerit, gradualis interualli, latitudo. Graduum pariter & minutorum ſola puncta diſtinctè ſubtiliterque annotentur, in circumferentia; numeri tamen aliæque conuenientes notæ iuxta ipſa puncta inſcribantur, ne punctorum multitudo & vicinia confuſionem generent.

His peractis ſtylus qui regulæ, *precedenti propoſ.* paratæ foramen A iuſta quadam menſura expleat, ſic ad rectos angulos figatur in puncto C; vt per eius centrum incedant tum recta D C diameter, tum ſemicirculi arcus D E C: deinde prædicta regula applicetur plano ſemicirculi, ita vt ſtylus C foramen eius A ſubingrediatur, ipſumque immobiliter regat, dũ linea fiduciæ A B ſingulis punctis tum graduum, tum minutorum, contactu præciſo exquiſitiſſimo, applicatur in circuitu totius arcus C E D: ſic enim abſque erroris periculo, praxi facillima & expeditiſſima, ſignanda ſunt in angulo fiduciali inferiori, ſingula puncta contactuum (quibus videlicet ipſa linea angularis, prædicta graduum & minutorum puncta contingit) ſignis delebilibus diuerſis pro diuerſo punctorum genere, & ordine, ac numero) appoſitis ne qua confuſio ſubrepat. Punctis eo modo accuratè notatis ſumatur norma rectangula, quali vtuntur fabri lignarij, parua, ſed fidelis, eiuſque ope in regulæ ſuperficie latiori, ducantur lineolæ, quæ lineas longiores fiduciali parallelas cancellatim ſecent, & tum gradibus, tum minutis, necnon eorũ numeris, vario ordine conuenientes areolas diſtinguãnt.

Nec

Nec ſufficit hæc ita deſignaſſe in vna, vt ſic dicam, facie, niſi etiam in altera deſignentur; in praxi enim modò hanc, modò illam Scalæ faciem alternatim ad opus contingit adhiberi. Quapropter beneficio iam dictæ normæ rectangulæ applicitæ punctis priùs notatis in vno è duobus angulis fiducialibus, notentur in altero pariter fiduciali angulo puncta ſimilia, primis illis ex latere reſpondentia, & mox in iſta ſecunda regulæ facie ducantur ex ijs punctis lineæ tranſuerſariæ areolarum, & alia omnia, vt in prima fiant. Atque hoc modo Scala ſemicirculi, gradibus ſuis graduumque minutis diſtincta erit.

Præter numeros, qui denis, vel quinis etiam gradibus reſpondent, alij ſint, qui reſpondeant quindenis, duplici ordine, altero horas à media nocte, altero horas à meridie demonſtrantes; ita vt in centro A ſit hora 12, quæ eſt meridiei.

Præterea etiam in eadem regula ſiue Scala, deſignandæ ſunt chordæ graduum Æquinoctialis, qui qualibet hora Inæquali oriuntur, dum Sol eſt in Cancro, & dum eſt in Capricorno. Quod quidem hoc modo fiet: in ſupradicto ſemicirculo C E D, numerentur tot gradus, quot continet arcus ſemidiurnus Cancri; verbi gratia ad poli eleuationem grad. 42 Romæ ex tabella inferiùs poſita, gradus 113 min. 3: numerentur inquam à puncto C versùs D, vſque in N: & diuidatur totus arcus C N in ſex æquales partes. Reſiduus verò arcus N D, vel potius C M ipſi ſumptus æqualis; arcui ſemidiurno Capricorni reſpondens, pariter diuidendus eſt in alias ſex inuicem æquales. Mox Scala, vt priùs, applicetur plano ſemicirculi, ita vt centrum eiuſdem Scalæ A maneat immobiliter fixum ad ſtylum C; dum interim linea fiducialis circumducta ad contactum ſingulorum ſex punctorum diuiſionis factæ in arcu C N, impreſſis correſpondentibus punctis ſignatur; hoc enim modo facilè diſtinguentur Cancri, interualla horarum quas vocant Temporarias, vel Antiquas. Numeri autem hoc ordine ponantur; in centro Scalæ A, ſit numerus horæ 6; in puncto proxime ſequenti, ſit numerus matutinæ horæ 5, & pomeridianæ 7: & ita de alijs, ſicut in ſchemate numeros cernis aſcriptos lineolis diſtinctis in craſſitie fiduciali A B, quamuis lineæ à centro G, ad puncta horaria in arcu C N, ſiue CM notata, ductæ numeros oppoſito ordine ſcriptos habeant: nihil enim refert quo ordine in iſtis diſponantur numeri, dummodo interualla horaria ex prædictis arcubus in Scalam rectè transferantur, & numeri mox, factis in Scala notis horarijs, dicto debito ordine ſcribantur. Simili modo accipiet Scala puncta ſex arcus C M, cum ſimilibus horarum Capricorni numeris. Poterunt autem hæc eadem puncta vtriuſque arcus, in Scalam dicto modo tranſlata, notari ſimul cum numeris, in ipſa ſemidigitalis craſſitudinis ſuperficiecula, quæ inter vtrunque fiducialem angulum in latere Scalæ porrigitur.

Longitudo decem palmorum, & digitorum circiter quinque, omnino neceſſaria foret, vt Scala haberetur graduum 180, hoc eſt, integri ſemicirculi;

culi; ſi tamen quis deſideret Scalam quæ ſolùm aſcendat ad gradus arcus ſemidiurni maximi, in Horizonte Romano; qui, vt antea dictum eſt, continet gradus 113, min. 3; ſufficiet longitudo nouem circiter palmorũ, vt *prop.*31 dicebatur. Latitudo verò aſſignata, itemque craſſities, quantam Scalæ tribui iuſſi, neceſſaria etiam eſt, tum vt minutorum, graduumque & horarum, necnon conuenientium numerorum diſtinctis areolis ſufficiat; tum in primis vt ſemetipſam regula cõtinere poſſit in accepta rectitudine, ſimulque primitiuam graduum fidem incorruptam ſeruare: cùm non ſemper ad manum habeatur tam ingens ſemicirculus, cuius identidẽ examine ea fides comprobetur, & vt ſic dicam, rectificetur. Nihilominus hæc ipſa longitudo, quemadmodum, & moles ipſa ponderoſior conſequẽs ex multi ligni ſolidiore materia, frequenter minùs habilis eſt ad vſum atque opus: nam & contingit aliquando Scalam longiorem anguſtijs loci premi, & occurſu feneſtralis parietis præpediri, ne clauum ſibi traditum liberè vel adducat, vel reducat, ac in optato deſtinati puncti termino collocet: & non rarò etiam contingit ipſum Gubernaculi clauum, cum toto inſtrumento, & communes ſubſtructiones fulcimentorum, ac præſertim numeratricem ſubtenuem Acum, de qua poſtea, premi atque opprimi, & ſede dimoueri, iniuſto pondere eiuſdem Scalæ, niſi ipſa ſpeciali ſibi ſingulariter attributa fultura ſuſtentetur; quod maximè accidit in regimine Meridiani quando admodum pauci intercedunt gradus inter clauum Gubernaculi, & Acum numeratricem: nam reliqua Scalæ moles in aere tunc librata, tollenonis modo vniuerſam machinæ ſtruem, mirum in modum torquet. Atque ideo neceſſe eſt, ſaltem tres quatorue, aut etiam plures habeantur Scalæ ſubtiliores, breuiores, & conſequenter leuiores, quarum vna 20, altera 35, tertia 60, ſiue plures ſiue pauciores gradus illius primæ adæquent: quæ quidem cùm admouendæ erunt operi, in vicem illius præcipuæ & magiſtræ Scalæ, legem priùs ab ea addiſcant, id eſt, quantitatem & extenſionem chordæ, gradus cuiuſlibet requiſiti, ab ea deſumant. Facillimè autem chordam cuiuſlibet propoſiti gradus ſubſeruienti Scalæ communicabit Scala magiſtra, ſi ambæ inuicem ita copulentur, vt & ſecundùm centra, & ſecundùm lineas fiduciæ ſibimet coæquentur, tunc enim norma rectangula applicata puncto propoſiti gradus in linea fiduciali Scalæ principis, deſignabit punctum correſpondens in linea item fiduciali Scalæ vicariæ, quæ ſic demum virtute ſignaculi ſibi ita crediti, poterit quoad hoc punctum, locum magiſtræ legitimè tenere, & munus obire.

Quot

Quot gradus contineat semidiurnus Cancri arcus, ad poli annotatas eleuationes.

Poli Eleuat.	40		41		42		43		44		45		46		47		48		49		50	
	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M
Cancri arcus semid.	111	24	112	13	113	3	113	55	114	50	115	46	116	46	117	48	118	53	120	1	121	13

CONficitur hæc tabula, ex obliquarum initij Cancri aſcenſionum tabulis, ad propoſitas poli eleuationes, hoc modo. Cancri obliqua aſcenſio, verbi gratia, grad. 58 min. 47 ad poli eleuat. 50, ſubducitur ab aſcenſione eiuſdem Cancri recta, quæ eſt grad. 90; & ſuperſunt gradus 31 min. 13, qui in arcu diurno Cancri ſunt inter circulum horæ 6 à med. nocte, & Horizontem ortiuum: deinde ijdem 31 grad. & min. 13, iunguntur cum gradibus 90; qui rurſus eidem arcui debentur, ab eodem circulo horæ 6 vſque ad Meridianum; & proueniunt gradus 121 min. 13 pro integro arcu ſemidiurno Cancri, ad poli eleuat. grad 50.

Propoſitio XXXIII.

Scalæ iam omnibus ſuis inſtructæ, & ornatæ numeris clauum, vnàque regimen vtriuſque inſtrumenti committere.

PRimùm vt clauus ſeu temo S (vide *prop. 25*) aptè inſeratur foramini ad iuſtam æqualem menſuram patenti in A centro Scalæ, excauetur hinc inde ad ſummum vtrunque os foraminis (quia vt *præcedenti propoſit.* dictum eſt, vtranque Scalæ faciem viciſſim admoueri vſus poſtulat) lacuna quadrangula, quam inſerti temonis capitellum S, ad planam Scalæ ſuperficiem coæquatum bellè oppleat: hoc enim modo egregiè cauetur tum ne capitellum extans, fili per radium Horizontis I M, in Verticali inſtrumento, vel per radium Æquatoris F E in Meridiano, emiſſi liberum ductum impediat: tum ne clauus ipſe, conuerſo nequicquam, & contorto cochlidio T, ſimul & ipſe rotetur. Sic itaque aptatus Scalæ moderatici clauus, centro Gubernaculi H committatur, adacto mox cochlidio T coercendus. Vt verò ad rem certiſſimam breui, ac facili experimento comprobetur, num Scala in puppi iam ſedens, debito legitimo ſitu ſedeat, & clauum aptè teneat; primò quidem quod attinet ad regimen organi Verticalis, latus fiduciale Scalæ, vt dixi, clauum tenentis, & Gubernaculo inhærentis,

rentis, ita coniungatur regulæ B D dicti Verticalis, vt eidem, quà in longum tenditur, adæquetur (amota si opus fuerit fibula B) eo ferè modo quo circini gemina crura sibi inuicem coaptata contactu vniformi adæquantur. Superior verò fiducialis angulus Scalæ similiter adæquetur radio Horizontis I M, vel certè illum non exuperet. Ad extremum diligentissimè obseruetur, vt Scalæ, dicto modo applicatæ & coniunctæ, gradus sexagesimus à centro eiusdem numeratus, præcisè attingat Verticalis instrumenti centrum I; donec enim hæc omnia iam dicta sibi ritè cohæreant, non erit Scala in debito situ, neque ad regimen Verticalis idonea.

Nunc quoad Meridianum, vt pari ratione comprobetur sit ne positus Gubernaculi, & Scalæ legitimus, necne; clauum sic teneat Scala, vt altera eius plana superficies cohæreat circulo Gubernaculi; alterius verò superficiei summus fiducialis angulus radium Æquatoris E F delibet; ipsum verò eiusdem Scalæ latus fiduciale, vtrique regulæ A B, & C D, libero æquali contactu incumbat, & gradus sexagesimi à centro Scalæ numerati puntum attingat præcisè meridiani centrum F. Atque ac demum lege inauguratæ Rectrici liceat vtriusque pariter organi moderamina fœliciter sumere.

Propositio XXXIV.

Locum speculi disponendis in debito situ organis, & horologio Catoptrico-Gnomonico mox delineando præeligere.

LOcus speculi *per 4 postulatum huius*, est locus centri Sphæræ Catoptricæ, in horologium reducendæ: quia igitur organa iam antè parata, Verticalis nimirum & Meridianus, præcipuos, hac in re, Sphæræ circulos mobiliter repræsentant (quemadmodum etiam, dictum est *in prefatione ad apparatum ipsorum*) debent eorum centra, ipsius loco speculi accuratissimè coaptari; quare locus speculi ante omnia determinandus est. Is verò in aliqua fenestræ parte debet eligi talis, vt occlusa eadem fenestra (propter rationem paulò post dicendam) & solùm in ima parte dimisso in modum fenestellæ foramine, liberè solaris radius & speculo deforis incidens admittatur, & inde reflexus intrò in horologium transmittatur.

Quia verò multiplex, & varius esse potest speculi positus, secundùm quod variæ sunt Sphæræ Catoptricæ, nec facilè possum vnica propositione exempla singulorum ponere; potest verò, statim à quouis intelligi ex vno diligentiùs exposito, quid in alijs quibuslibet, cum proportione obseruandum sit: Ideo nunc *sicut & sequentibus propositionibus* exemplum solummodo ponam in speculo Sphæræ Horizontalis, cuius etiam solam delineationem volo curiosiùs exponere, traditurus postea summatim ea, quæ in cuiuslibet

iuslibet alterius Sphæræ proiectura, specialiter obseruanda erunt; aliàs enim in immensum excresceret & labor, & liber.

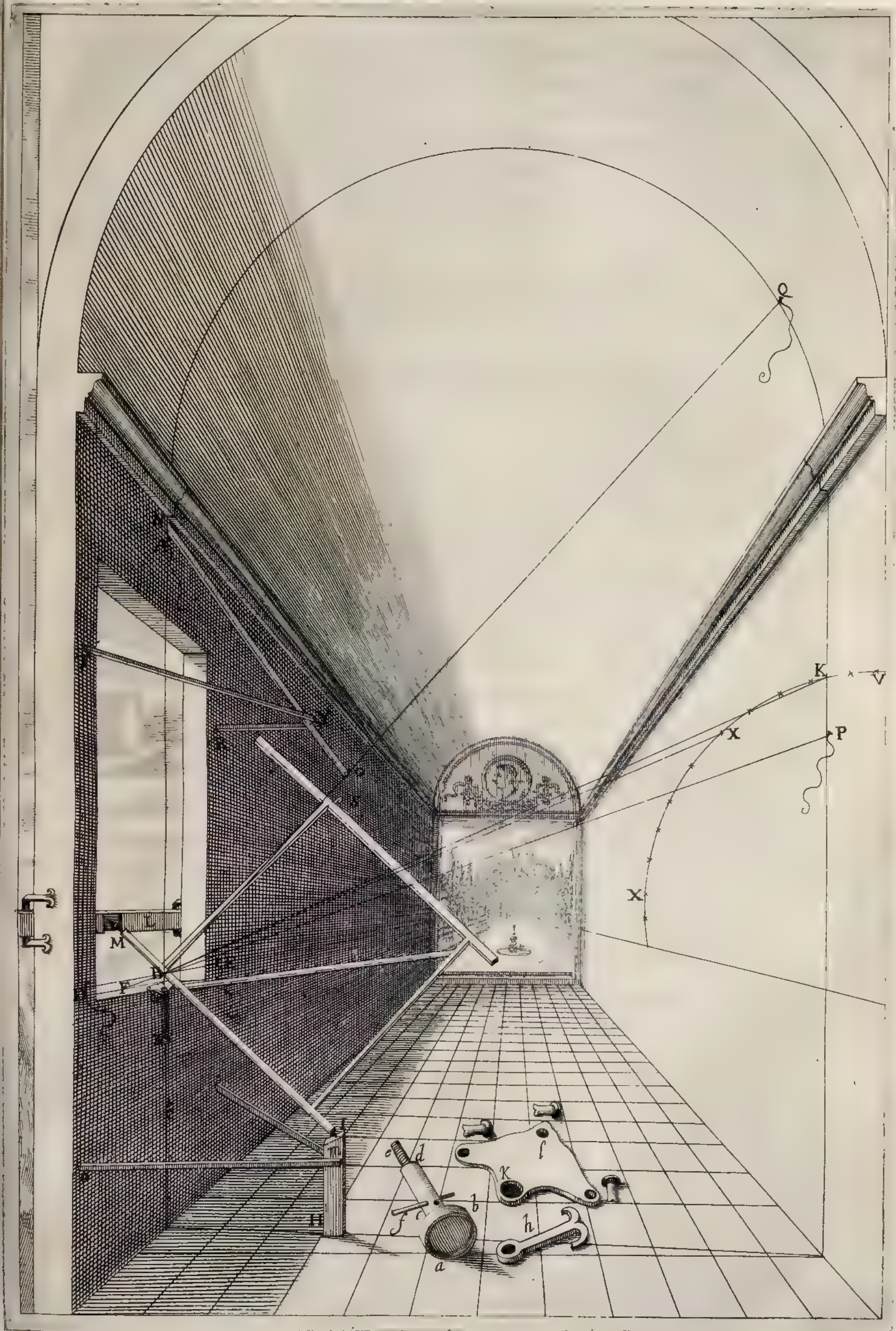
Duo itaque fila A C, & D E tenuissima leui mutuo tactu in B, (fixis in vtroque poste, necnon in supero inferoque limine, clauulis) tali modo ac loco extendantur, vt quasi speciem referant, & reuera locum teneant, quē (occlusa fenestra, & valuis intus obseratis) occupat ea superficies quæ valuarum siue alterius generis claustri fenestralis medio crassamento insidet. Filum tamen D E, ad tertium transuersum digitum ab suprema periboli seu loricæ fenestralis planitie attollatur Horizonti parallelum. Filum verò A C secundùm axem eiusdem Horizontis, beneficio perpendiculi, examussim appensum, in ea fenestræ parte inter vtrunque postem collocetur, in qua, omnibus pensatis, matutini Solis, aut vespertini, radijs excipiendis commodior visa fuerit speculi sedes, prout Solem fenestra meridianum directè vel obliquè respiciet, & prout ad eiusdem fenestræ latera extimi prominentes anguli parietum, plùs minùsue, prædictis radijs officient: eos tamen angulos (ni fortè prohibeat structuræ elegantioris ornamentum atque symmetria) quemadmodum & reliquos duos citimos, quos intùs ad Horologij spatia laxiora, paries aliquando crassior, iniquè obtendit; obliqua latè cæsura pariter excindi placet; illos quidem ne radijs directis, hos verò ne reflexis officiant; vel certè vt minùs officiant.

In hoc exemplo idem filum A C collocatur ad medium fenestræ, tanquam directo in meridiem, aut prope directo aspectu ex hypothesi obuersæ: ipsum verò oportet produci deorsum vltra filum D E ad duos ferè palmos vsque in C; perrupta etiam in hunc finem, quantùm necesse sit, loricæ maceria completo mox horologij opere resarcienda.

Filum vtrunque dicto modo collocatum, & probè intentum in puncto mutui, leuis vt dixi ac sine pressu, contactus; atramento è summa calami cuspide subtiliter affuso, vel alio simili, notetur signo minimè deletili; atque etiam in quatuor æque clauulis notæ minimè deletiles, limula, vel simili instrumento imprimantur: vt videlicet prædicta fila identidem amouenda, restituendaque ijsdem semper locis fideliter restituantur: quapropter & ipsi clauuli firmiter depacti, immoti perstent donec speculum, ipsaque instrumenta loco, & situ debitis, collocata sint: punctum enim B, videlicet concursus vtriusque fili, erit nobis vertex Gnomonis Catoptrici, id est centrum Sphæræ Catoptricæ in horologium extendendæ, & locus centri ipsius speculi; vnde & filis ipsis, & præcipuè puncto contactus B in vtroque signato, vtemur, tum ad speculum, tum ad instrumenta collocanda.

Interim tamen dum hæc peraguntur, fenestrales valuas, aut si quod est aliud ostij genus, cardinibus deponi, ac remoueri oportet, ne vel motum liberum instrumentorum, vel certè lineas ad horologij complementum in ipsis interioribus fenestræ lateribus designandas impediant: at postmo-

dum


Q
K
V
X
P
X
M
H
e
d
b
f
a
k
l
h



dum perfecto horologio in statum pristinum restitui necesse est, vt nimirum, lucente Sole, fenestra quidem occlusa maneat, solùm verò in imo commodum foramen quadratum, ferè semipalmare supra speculum pateat. Si enim se tota per patentes fenestras lux Solis infunderet, suam ipsius, vacua sub testudine nouum Signiferum orbem reflexè decurrentis, gloriam horoscopam nimio splendore offunderet, vel etiam in idem aliquando incidens adobrueret.

Propositio XXXV.

Speculum aptare ad locum iam in fenestra electum.

SPeculum conuenienti situ collocatum oportet esse immobile: si enim postmodum casu aliquo emotum, & vel centesimam lati capilli partem huc illucue declinatum fuerit; radium longiùs extra præscriptos limites, reflectet: firma itaque sedes ei præparanda est.

Ex ære fusili basis *a b* tornatilis, (vide figuram præcedentis propositionis) tribus in altitudinem totidemque in diametrum datis digitis, superiorem aream velut magnæ cuiusdam Sphæræ, vt postea magis dicetur, segmento concauam exporrigat ad speculi sedem: sed & ad eiusdem munimen circum vndique pyxidis modo labrum attollat prominulum superans crassitiem speculi intus collocati, solo glutinis interijciendi interuallo, quod vt postea intelligetur valde exiguum erit, & ferè nullum; saltem in toto ambitu iuxta imam interioris labri radicem: volo namque summam in circuitu oram speculi, secundùm inferiorem superficiem inniti æneæ basi ferè immediatè id est mediante solummodo glutini tenuissimi crustula crassitiem habente quasi nullam: idque ob hanc causam, vt videlicet, si fortè contingat frangi speculum, simile aliud ad eundem præcisè situm substitui certò possit: est enim res hæc summi momenti ad radij veracem reflexum.

Quòd autem iussi excauari eam aream secundùm Sphæræ alicuius magnæ segmentum, ideo est quia speculum superficie deorsum latitante conuexa tumidum confici postea præcipiam *prop.* 127 aut certè suadebo; cauitas autem basis ita comparata esse debet, vt eam speculi facies conuexa, omnino non tangat; nisi secundùm extremam oram, vt dixi; tota verò reliqua area ad certam mensuram æqualiter depressa relinquat solummodo locum valde modicæ crustæ glutinis interijciendæ. Quòd si speculum inferiori etiam superficie planum assumatur, pari modo seruata proportione plano concauam esse oportet basim interiorem.

Præterea eadem basis retineat, consertis ad latus fibulis nexile operculum pyxidatum, nunc, prout opus fuerit, protegendæ vitreæ fragilitati, placida manu imponendum; nunc pari facilitate deponendum, cùm suus

horologio Sol reſtituendus erit. Sit verò idem operculum tali modo concauum, vt ipſius quidem baſis ſummo labro per ambitum cohærens, quin etiam illud proprio ſuo labro includens, ſupra ſpeculum aliquantulo interuallo emineat, ne vel attactu ſuo inficiat, vel quouis arenæ granulo fortè à ventis delato; intercepto autem & incautiùs preſſo læuorem violet ſpeculi.

Ab inferiore parte baſis, eidem adnatus capulus *c d* ſeſquidigitali; aut ſi vis etiam paulò maiori diametro, nouem aut decem digitos longus, ad extremum in *d e* ſpiralem in cochleam, ſtriatus, & compar ſibi cochlidium rapturus duplici tranſuerſo foramine ſtilum ſeu vectem contorquentem *f c*, per quatuor æquè partes admittat. Dictum verò cochlidium aptè excauatum ac exaratum pateat in anteriore parte ferrei cuneoli *h*, craſſi quidē vnum digitum, duos verò lati, & quinque vel ſex longi, poſtremò bifidà cuſpide redunca diuaricati, quò depactus, & compactili optimo gypſo implicatus, intimo murò firmiùs inhæreſcat.

Cudatur etiam, & complanetur, ac læuigetur lamina ferrea *k l* (erit fortè commodior ænea fuſilis) craſſamento ad minus ſemidigitali, palmari latitudine, præſertim circa medium, longitudine ferè ſeſquipalmari, tali verò forma, quali & in ipſa lineari pictura apparet; quaternis per quatuor partes diſpoſitis foraminibus, quorum illud quidē quod eſt in *k* cæteris latius, æqualis diametri capulum *c d* cum aliquantula vi immiſſum ſtrictè complectatur; reliqua verò tria ſimiliter includant totidem clauos teretes, in ſaxum marginis feneſtralis poſtea defigendos.

His ita comparatis, in ſuperiori planitie ſaxi marginalis, locus diſponatur, & vacuetur, qui laminam *k l* impoſitam excipiat, vt ea quidem ſub filo D E, atque ad tertium ab eo digitum collocata, Horizonti æquidiſtet; centrum verò præcipui foraminis ſeu annuli *k*, quod nunc ſit G, conueniat ad amuſſim filo intento A C: ſub alijs verò foraminibus, facti in ſaxo ſcrobiculi reduncas clauorum radices infuſo plumbo implicatas, confirmataſque retineant. Præterea ſub eadem lamina ſuo iam loco diſpoſita, & confirmata, ad nonum circiter ab ea digitum in Z, aperto ſcrobe aliquantulùm latiore, & profundiore, locus detur cuneolo *h*; ita vt idem filum A C, vt ſuprà, æquè per centrum cochlidij tranſeat: & interim quidem ipſe cuneolus circumpoſitis ſolùm ruderibus, teſtiſque confractis, vtcunque contineatur; donec experimento certiori *propoſ.* 38 mox declarando euidentiùs comperiatur legitimus illius ſitus ſub annulo G, atque in linea Verticali A C: amoto autem filo A C, capulus *c d* immitatur in annulum G, & ima eius cochlea ſuo cochlidio committatur; ita vt inferior ſuperficies baſis *a* innitatur æqualiter cohærens ſubiectæ laminæ *k l*; ſuperiùs verò labrum eiuſdem vnà cum ſpeculo intra cauitatem ritè ſito (vt ſtatim dicetur) & firmato, filum D E attingat, centrum autem ipſius ſpeculi conueniat præcisè puncto B notato vt antea dictum eſt, in eodem filo D E. Supereſt nihilominus dicendum, quomodo ſpeculum in ſede paratæ

iam

iam baſis componatur & conſtabiliatur.

Speculum itaque in orbem curiosè reſectum, inferiori concauæ baſis areæ commenſuratum, expolitum verò ac terminatum, eo modo quem *in fine huius libri* tradam; eidem agglutinabitur electo aliquo lento ac tenaci glutini genere, quod ſemel concretum, neque Solis ardore quantumuis caniculari liqueſcens remittatur, neque nocturni roris, vel etiam imbrium largiùs allapſo humore ſoluatur: alioqui enim ſpeculum ambiguo glutino, modo in hanc modo in illam partem declinatum, ad Horographi dedecus (veluti deriuato in ipſum crimine) dubium huc illuc incerto reflexu radium extra Solis expreſſam orbitam miſerum erronem agitaret.

Huic ego rei commodiſſima, & conſtantiſſimæ tenacitatis eſſe hactenus probaui pigmenta quælibet, præſertim è genere foſſilium (ſunt enim hæc compactiora & corpulentiora & glutinoſiora) oleo è nucibus expreſſo temperata, & optimè ſubacta, qualia à pictoribus vſurpantur; ſi tamen oleum ipſum priùs concoquatur, multò celeriùs concreſcet glutinum. Hoc igitur pictorio glutino è ſummo penicillo perlinatur tum interior pyxidatæ baſis area, tum ſpeculi poſtica facies in eandem baſim ſtatim demittenda: quo facto ſpeculum ipſum ſolidioris aſſeris perfectè plani impoſitu ita comprimatur; vt eo preſſu, quod ſuperfluum fuerit glutini, effluat; & ſpeculi facies pellucida ad ſummum coronarium baſis labrum æqualiter ſubſidat. Mox baſis ipſa cum ſpeculo dimittatur loco, & ſitu opportuno, ad tertium circiter diem, donec ſcilicet cogatur, & indureſcat glutinum. Poſt ſufficientem verò concretionem, liberè tutòque poterit manu attrectari, & loco ſuo iam parato reponi, ac extrahi, ſicut opus fuerit; atque etiam ſi qua glutini iam tum recentis effuſa ſpeculum ſtilla maculaſſet, cultri acie leniter deradi poterit.

Propoſitio XXXVI.

Lineam Meridianam, in ſuperficie horologij Catoptrico-Gnomonici plana, vel alia quacunque, deſignare.

SIt *per prop.* 34, collocatum in medio feneſtræ filum Verticale AC; atque *per* 35 annulus G in lamina vt ibi dicebatur *kl*, cui baſis æneæ capulus inſerendus eſt. Nunc verò aliquo ex modis deſcriptis *prop.* 12 *2 huius*, præſertim verò quarto modo, vtpote certiſſimo, ſub dio foris linea Meridiana perquiratur; ita tamen, vt funiculus IA (ita notatus in ea *prop.* 12) à ſeptentrionali parte ligetur ad centrum annuli G; cætera verò fiant quemadmodum *ea prop.* dictum eſt, vt nimirum linea funiculi IA (qui nunc nobis eſt IG) ſub Meridiano collocetur; beneficio perpendiculi EF, quod

hìc notatur K L, & lineæ opticæ G H, hìc notatæ B D: quod cum accuratissimè factum fuerit, filum tenue puncto ipsi I adalligatum, altero autem extremo summis apprehensum digitis, rectà extendatur donec Verticalem lineam fili A C leui attactu perstringens, ad interiorem oppositum parietem terminetur, primò in M, deinde in N; per quæ duo puncta, ac per alia intermedia simili modo notata, si necessaria fuerint, designabitur portio lineæ Meridianæ M N. Postmodum figatur in puncto M clauulus, ac eidem validè intentum colligetur filum idem tenuissimum I M, quod quidem ita dispositum, erit veluti regula rectissima & certissima, eoque dirigente reliqua portio lineæ Meridianæ, quæ supra M, versùs Q & R, R in superficie tum parietis, tum testudinis continetur, designabitur hoc modo: fixo clauulo in puncto N, vel alio simili ad perpendiculum constituto sub linea fili I M, atque ab ea remotissimo, vt H, adalligetur aliud filum simile N R, siue H R; summisque apprehensum digitis extendatur versùs aulæ testudinem; ac etiam versùs parietem, donec ad contactum earum superficierum terminetur, incipiendo à puncto superiori P, progrediendo autem versùs M, vel è contra; ita tamen vt filum N R siue H R ad singulos parietis, vel testudinis contactus, leniter etiam tangat filum IM, atque ita ab eo regatur, ne à superficie plana circuli Meridiani, vllatenus recedat: hac verò ratione, tum in testudine seu laqueari, tum in pariete plurima poterunt, iterato per interualla fili contactu, puncta notari; quæ omnia, adiectæ regulæ beneficio, copulanda sunt linea quadam seu recta, seu curua, seu etiam mixta, prout superficies horologij elata, aut concaua, aut plana exegerit: atque hæc ipsa erit communis sectio superficiei horologij, & circuli Meridiani in Catoptrica Sphæra Horizontali; seu, quod idẽ est, erit linea Meridiana, ad quam Sole Meridianum circulum obtinente, speculo autem ad planum Horizontis constituto, radius reflexus terminabitur.

Si quando tamen impeditioris, aut non satis accommodati loci ratio prohiberet funiculum I A (sic notatum *prop. illa* 12 *libri*) alligari ad centrum foraminis G, vt iam dictum est, vel ad aliud æquiualens punctum in linea Verticali A C; tunc in alio commodiori, non tamen admodum remoto loco dictus funiculus extendatur; & cùm in plano circuli Meridiani, collocatus noctu fuerit *per supradictam propos.* 12: ante meridiem comparanda erunt aliqua necessaria, quorum adminiculo Solis meridiani siue vmbra siue radius intra cameram seu locum horologij accuratissimè notari possit.

Itaque filum, A C *ex præscripto propos.* 34 *huius* intendatur, eique globulus E torno laboratus, ac secundùm axem aptè perforatus ita innectatur, vt si opus fuerit sursum, ac deorsum moueri, & dato loco consistere possit; atque inde in aulæ pauimentum lucente Sole vmbram proijcere: ea verò si fortè dubia, & non sat manifesta fuerit; explicata super ipsum pauimentum charta candidissima, vel reliqua circumopacata aula, vel vtroque simul



D
R
R
F
A
O
E
N
H
N
F

mul adhibito adiumento, ad rem certam deprehendetur.

Sed optimè feceris si occlusa diligenter fenestra foramen tenue reliqueris in aliquo puncto lineæ Verticalis A C; lux enim per foramen quantumlibet tenue, obscurum in locum introfusa, sensum non fugit. Debet autem fieri tali modo foramen: lignea tabula, vel aliud quid similiter opacum occludens fenestram ita collocetur, vt superficies eius interior cameram respiciens, tangat æqualiter filum Verticale A C; deinde in aliquo eius puncto filum contingente, vt E, fiat foramen intus quidem ad cameram tenue (vt etiam radium tenuem & exiguum, qualis desideratur, admittat) foris verò ad Solem obliquè patente ore adapertius: vel aliter; facto in tabula lignea foramini grandiusculo bracteam ferream, vel orichalceam subtiliter perforatam oppone, vt ita exiguum in linea Verticali pateat radio foramen E. Cæterùm quò altiùs, & puncto A vicinius erit foramen, eò à fenestra remotius pauimenti punctum, radius per id foramen se se insinuans, attinget; atque adeo certior erit Meridianæ lineæ designatio.

His ante meridiem comparatis, necesse est circa tempus meridiei, socium adhibere, qui iuxta dicta *prop. illa 12 2 libri* obseruet solertissimè momentum vmbræ meridianæ è funiculo I A cadentis præcisè in perpendicularem funiculum M N, statimque nulla interposita mora, signum edat voce vel tintinabulo, alioue simili; tu verò interim obserua radij per E foramen introfusi motum in superficie pauimenti. Cùm verò socius foris obseruans significauerit, tu statim intus, parati ad hoc styli cuspide, notam imprime ad ipsius radij centrum F, eidemque mox infige clauulum, cui & simul alteri iam defixo in A, filum tenuissimum validè tensum, hinc inde subtiliter colliga; erit enim filum A F in plano circuli Meridiani quemadmodum solaris radius E F; eo autem regente simile filum aliud eductum è puncto H, vel alio quouis puncto ad perpendiculum constituto sub filo A F, atque ab eo remotissimo vt suprà; totam lineam Meridianam designabis in pariete ac testudine. Eandem verò Meridianam in ipsomet cameræ æquato pauimento obtinebis, si puncta duo iam signata H & F, linea recta copulaueris.

Pro-

Propoſitio XXXVII.

Meridianum mobilem ad Catoptrico-Gnomonicæ delineationis vſum collocare, ac diſponere eo ſitu, qui ei competit, in propoſita Sphæra Catoptrica Horizontali.

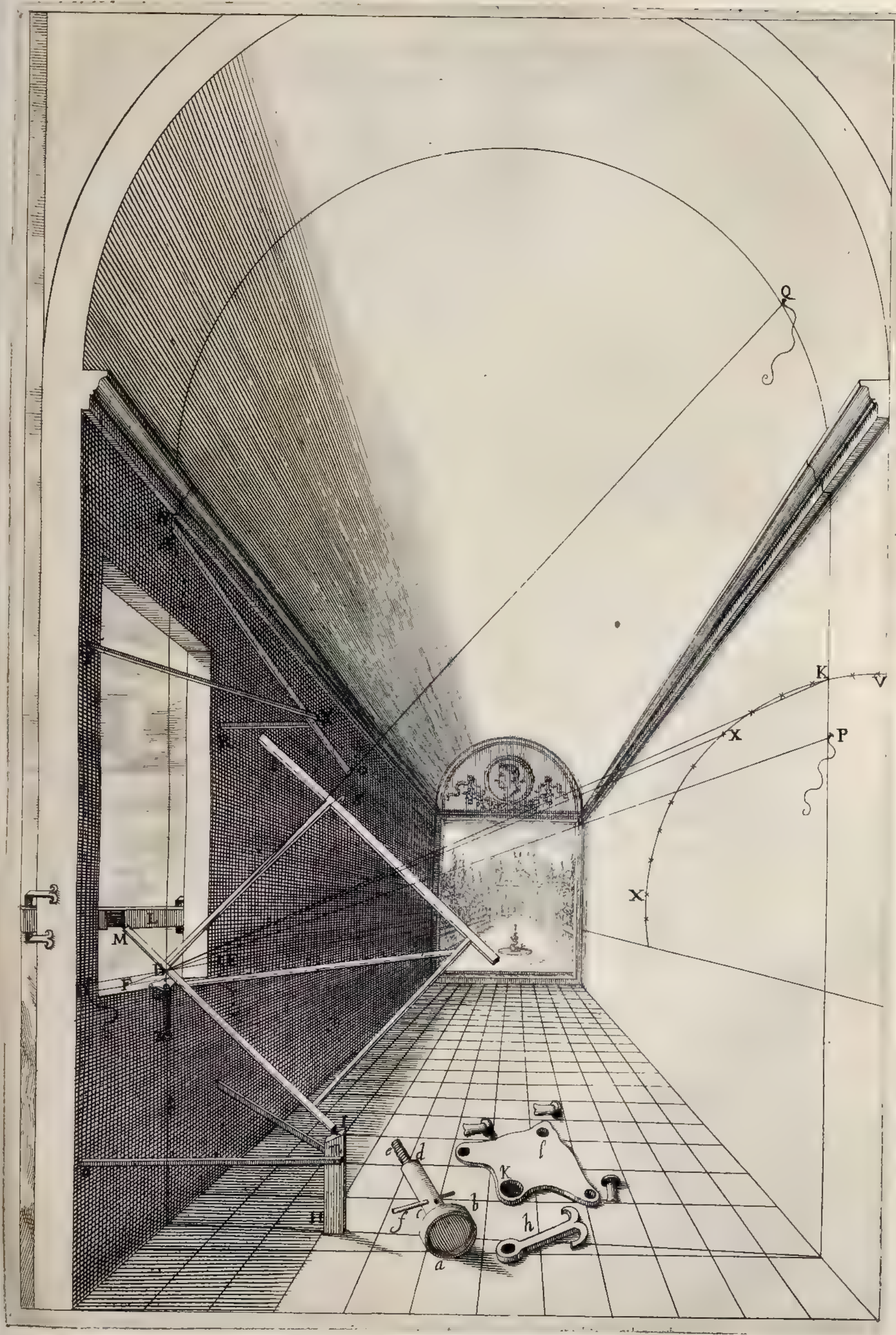
SPhæræ Catoptricæ, quam nunc in horologium reducere propoſui, iam centrum *ex propoſ.* 35 teneo, videlicet locum ſpeculi in puncto B: huic ergo eidem puncto coaptandum erit centrum Meridiani organi. Supereſt verò loca inuenire polorum, ſiue cardinum; eoſque ſic firmiter ſtatuere, vt verſatile inſtrumentum, inconcuſſo totius conuerſionis axe inuariatum ſuſtineant: quod quidem hoc modo perficietur.

Repetatur figura *prop.* 34, & primò ſub linea Meridiana ſtatuatur in pedamentum ligneus ſtipes H I, quatuor circiter digitos in quadrum latus, iſque ima ſui parte, paratum in ſcrobem aliquantò latiorem demittatur, aggeſtis mox cum gypſo tenaci ruderibus conſtabiliendus. Huic ad ſummum verticem obliquè cæſo parua area I, versùs locum ſpeculi B, pateat decliuis ſecundùm angulum complementi eleuationis poli: ipſi autem eidem areæ ad angulos rectos circa medium aptè figatur, is è duobus cardinibus *prop.* 23 præparatis, cui breuiſſimus ſupra tympanum, & baſim eminet ſcapus, futurus idem Sphæræ noſtræ Catoptricæ polus Antarcticus. Longitudinem verò ſtipitis, & ſcrobis ſeruandam à linea Verticali A C, diſtantiam non indico; vtranque enim meliùs quiuis, ſpectata loci ratione, ac ſitu organi ſecundùm polarem eleuationem, ſuo marte, & arte dimetietur, vel certè repetito bis terue experimento, iuxta conditiones paulò poſt aſſignandas, explorans facilè deprehendet ac determinabit.

Alteri polo ſeu cardini, firmamento erit tigillus L tranſuerſarius, quadrangulus, e ſolido ligno, ambulatorius; geminis forinſecus in murum firmiter depactis ferreis annulis laxioribus inſertus; atque ad eoſdem poſtmodum ligneis cuneis adactis conſtringendus, & immobiliter coercendus. Eius interim angulus inferior prope M, oblique incidatur; ita vt pronæ cæſuræ ſuperficies efficiat cum Horizonte angulum complementi eleuationis poli, parallelaque ſit decliui ſtipitis ſuperficiei I; ei autem ad angulos rectos infigatur cardo alter, ſeu polus Arcticus, longiore in Antarcticum I, obuerſo ſcapo.

Deinde præter fila duo A C, & DE, *propoſitione* 34 iam collocata, tertium F P ita diſponatur, vt ex parte F, deorſum foris religatum, crena ſubtili ad ſummam lapidis marginalis crepidinem retineatur; tangat verò preciſè punctum B (vtriuſque nimirum fili AC, & DE communem interſectionē) cohærens lineæ Meridianæ ex parte P, quo facto idem filum F P atramento notetur in communi contactu B, vt ſuprà; & filum D E amoueatur, retentis tamen & inuariatis clauulis.

His


Q
K
V
X
P
X
M
L
D
F
H
d
e
b
c
f
a
k
l
h

His debitè comparatis Meridianum organum,vtraque manu libratum, erige; & cùm illud paratis cardinibus impoſueris, primùm experire an eleuationem polarem requiſitam obtineat : quod ex appenſo perpendiculi filo cognoſces in inferioris limbi gradibus à puncto B versùs I numeratis; cùm videlicet idem filum tangens præcisè gradum, & minutum eleuationis polaris loci, liberè defluet, placidè quieſcet, & nullo trepidæ manus, aut perflantis auræ motu agitabitur.

Secundò explora an in plano circuli Meridiani ſit organicus iſte Meridianus : quod nunc quidem ex eo cognoſces, quòd æqualiter tangat vtrunque filum AC, & FP. Poſtea tamen id ipſum experimento certiori explorabis, vt *ſequenti propoſit.* dicetur.

Tertiò experire vtrum eiuſdem inſtrumenti centrum præcisè conueniat communi vtriuſque decuſſati fili puncto B : ſin minùs; aut ſtipitem HI, aut tigillum L in hanc, vel illam partem, prout opus eſſe iudicaueris, tamdiu moue; donec hæ ipſæ tres conditiones (quas ad legitimum inſtrumenti ſitum omnino neceſſarias adduxi) accuratiſſimè obſeruatæ, & perfectiſſimè impletæ conſpiciantur.

Quartam tamen adhuc addo conditionem, non quidem pertinentem ad rationem ſitus inſtrumenti, ſed facientem ad commoditatem eiuſdem amouendi, & iterum reponendi (vt non ſemel conficiendo horologio neceſſe erit amouere & reponere) immotis interim, & inuariatis perſtantibus ſuo loco iam defixis cardinibus; Eſt autem hæc conditio vt fibularis annulus inferior cardinis Antarctici I, breuiculum ſcapum amplexatus coronaria in baſi ſubiecta placidè conquieſcat : alter verò ſuperior, cardinis Arctici M ſcapum amplectens medium, diſtet ab eius baſi ſeſquidigitali ferè interuallo; quo poſito inſtrumentum facillimè, cùm opus fuerit, depones hoc modo; vtraque manu apprehenſum inſtrumentum leuiter moue ſecundùm axem I M, ac placidè impelle versùs polum eius Arcticum M : ſic enim fiet, vt ſuperiori fibula accedente ad baſim ſui cardinis M, altera inferior cardinem ſuum I deſerat : hac verò paululum extra cardinem declinata, & paulatim decedente; ſuccedet ſtatim illa, & ſuum pariter deſeret cardinem. Ex hoc autem iam ſatis ſuperque intelligitur quid, & quomodo agendum, quando ſuis iterum cardinibus organum reddi oportebit.

Denique ſtipes H I, ac tigillus L tranſuerſarius, cum vtroque ſimul cardine, tali loco & ſitu conſtituti, vt requiſita ſimul omnia, iuxta præcedentes conditiones, debitè ſibi congruant;firmentur ad tempus adactis cuneis: vltimato tamen & perfecto gypſi clauorumque ſtabilimento,nondum corroborentur; donec ſitus iam eis ex hac ipſa lege attributus, aut corrigatur, aut omnino legitimus comprobetur experimento certiſſimo *ſequenti prop.* declarando.

Propositio XXXVIII.

Verène, an solùm apparenter, in plano circuli Meridiani sit axis instrumenti item Meridiani præcedenti prop. dispositi certiùs explorare ; & comperto non esse, si fortè non sit, in eodem illum certissimè collocare.

CErti quidem iam sumus *ex præcedenti propos.* (reuise figuram eius) Meridianum organum ad debitam poli eleuationem fuisse constitutum id enim certò demonstrat filum perpendiculi. Et similiter centrum eiusdem instrumenti conuenire præcisè puncto B (id est loco electo centri Sphæræ ac speculi) fidem facit contactus mutuus immediatus dicti centri instrumenti, & eiusdem puncti B in vtroque filo atrati. Sed non æquè constat instrumenti axem I M esse perfectè in plano circuli Meridiani: licet enim hoc ipsum quodammodo, & theoreticè probet instrumenti erecti, & vtriusque fili simul contactus æqualis immediatus, vt dictum est; is tamen contactus in praxi decipere posset minùs perspicacem oculum, aut manum minùs accuratam Horographi: error verò quantumuis exiguus, præsertim in principio, nullatenus permitti debet, ne paulatim decursu ipso succrescens, innumeros alios trahat secum longè turpiores. Quapropter, antequam ad opus vlteriùs procedatur, omnino necesse est explorari experimento aliquo certissimo præuio, sit ne verè prædictus axis I M in plano circuli Meridiani; ex hoc enim præcipuè capite, prosperi pendent successus totius operis. Quòd si facto experimento deprehendas eum axem reuera, & non solùm apparenter in debito esse situ, primo isto successu comprobato, factus alacrior ad alia progrediere: sin minùs; errorem emendabis, ipsius facti experimenti indicio fidelissimo. Sic autem procedes.

Disce ex Ephemeride quem, & cuius Signi gradum in Zodiaco Sol eo die, hora meridiana obtineat: obtineat autem ex hypothesi gradum 10 Capricorni cum minutis 13, Romæ die 31 Decembris anni 1645: tu itaque in instrumento consimilem gradum, atque etiam minutum, quantùm assequi poteris, designabis rubrica deletili, ad limbum superiorem Signiferi: deinde eodem instrumento cardinibus, vt iam dixi, ad tempus confirmatis imposito, & fidelissimo perpendiculo gradum eleuationis polaris tangente vt suprà; seruatis etiam quatuor *precedenti prop.* descriptis conditionibus: filum B K tenuissimum centro instrumenti commissum validè intentum, vt in lineam rectam euadat, educ per annotatum punctum gradus 10, min. 13 Capricorni; donec lineam Meridianam in pariete, vel testudine contingat: in puncto autem contactus accuratissimè notato, fac signum deletile K.

Mox

Mox instrumentum depone, atque etiam vtrunque filum A C, & F P amoue; speculi autem æneam basim, affixæ iam in fenestra laminæ admoue, capulum parato annulo G insere, & subiecto cochlidio Z altè committe: ipsum præterea cochlidium & vnà capulum, (qua parte inuicem conueniunt) diligenter perline oleo quidem intus, foris autem seuo liquefacto; ne rubigo ex affuso humore soluti gypsi contracta, ea pariter quasi agglutinata copulet; & relaxando, cùm opus fuerit, atque eximendo capulo difficultatem ingeneret, cum periculo cochlidij commouendi.

Nunc etiam cura ipsam basim simul cum capulo, & cochlidio ita disponere, vt operculum eidem basi annexum, in eam partem fenestræ maioris, vel potius fenestellæ vt *propositione* 34 dixi, relinquendæ, conuertatur; in quã potiùs conuertendum tibi visum fuerit, vt vel intus, vel extrà reserando reuoluatur; deinceps enim situm illum mutare minimè licebit.

Collocata iam basi, papyrum tenuissimam, tenaci mollicula cera, ad labrum, vel ad latera eiusdem basis hærentem, ipsius autem speculi plano solerter coæquatam, tali modo dispone; vt medium rotundum in ea relictum foramen, circa centrum speculi pateat; viamque exiguo centrali radio præbeat. Postmodum fenestram occlude, vt radio directo pateat solum foraminulum E ad lineam Verticalem A C, diligentissimè collocatum *ex propositione* 36; radio autem reflexo aditum præbeat aperta circa speculum fenestella iuxta dicta *in fine prop.* 34.

His ipsa die 31 Decembris anni 1645 Romæ, vt suprà, ante ipsum meridiei tempus comparatis, accuratissimè obserua momentum, quo radius per foramen E infusus, lineam Meridianam in pauimento exaratam attinget; quemadmodum *dicta propositione* 36 factum est: paulò tamen antequam attingat; scrobiculum Z, quo ferreus intra murum detinetur cochlidij cuneolus, ingestis tenacissimo cum gypso ruderibus curiosè oppletum, tempestiuè obstrue: tempestiuè, inquam, vt gypsum, instante præcisè meridie, recens adhuc, & molliculum sinat, si fortè necesse fuerit, cuneolum interceptum nonnihil moueri, & optato in loco aptè componi; vt statim dicam.

Cùm itaque dictus radius directus Meridianam lineam in pauimento tanget medius, eodem temporis momento, speculum, si quidem in ipso plano Horizontis verè existat, radium reflectet præcisè in K: sin minùs, nulla interposita mora, cuneolum cochlidij Z, in hanc vel illam partem cautè impelle, contruso ad latus clauo ferreo, in hoc ipsum præparato, siue acuminata tenui testa; vel foras aliquantulùm retrahe, vel intus protrude; sicut opus esse iudicaueris: atque hac lege, & hoc artificio diriges cum cochlidio capulum *c d* (qui nunc sit G Z) vnàque basim, & speculum, donec reflexi radij centrum cadat præcisè in prædictum punctum K, eodem prorsus momento temporis, quo simile directi radij centrum deorsum in lineam Meridianam incidet. Atque ipso eo positu

firmandum ſpeculum, cum toto baſis apparatu, dimittatur donec gypſum paulatim coaleſcens, ac lapideſcens omnino diriguerit; & iam ampliùs cum cochlidio cuneolum commoueri periculum nullum ſuperſit.

Interim autem reliquo diei tempore, dum idem reflexus radius, futuri campum horologij nouus aduena colluſtrat; tu eius veſtigia ſedulus obſeruator proſequere; & identidem per interualla deletiles, ad eius vmbilicum, notas exara; præſertim circa tempus occaſus: quod idem pari ſollicitudine ſequenti die, ſaltem ad primum exortũ Solis, horis antemeridianis perficies, quin & pomeridianis, ſi forte vnam integram diurnam Solis ſemitam deſideres, velut præambulam certiſſimam cæterarum artificiosè deſignandarum regulam: quamuis abſolutè vnum aut alterum in remotiſſimis horologij partibuis occiduis, vel ortiuis accuratiſſimè notatum punctum, ad rem noſtram abundè ſufficiat, verbi gratia V, circa occaſum primæ diei, & X circa ſequentis exortum.

Obſerua autem in his, tum circa occaſum, tum circa exortum notandis punctis, vt Sol aliquantam habeat ſupra Horizontem eleuationem; ſi enim cùm eſt Horizonti valde propinquus, tunc etiam loca radij reflexi, punctis in pariete ſignarentur; ea vt plurimùm puncta non carerent periculo erroris, ob refractiones radij incidentis, à vaporibus Horizonti circumfuſis factas; vnde ab ijs punctis omninò abſtinendum, niſi forte aer foret puriſſimus, ſed de his fuſiùs monui *prop. vltima primi libri.*

Notatis hiſce punctis, vt dictum eſt, ſpeculi baſim cum capulo, lentis conuerſionibus paulatim emergentem exime cochlidio, & ſic eam amoue: deinde Meridiani organi cardinibus impoſiti centro, filum tenuiſſimum commiſſum, ac in lineam rectam validè intentum, coniunge puncto V; (ſuppono autem V eſſe valde remotum à K, ſaltem quantùm fieri poterit) conuerſo autem inſtrumento & adducto donec filum ita intentum tangat, vide an gradus 10 minut. 13 Capricorni, eidem filo reſpondeat: & ſi quidem reſpondet; iam axis I M in plano eſt Meridiani circuli. Ad maiorem tamen certitudinem transfer filum pari modo intentum ad reliqua puncta ſolaris curriculi, eodem die, notata; his enim ſingulis coniunctum, vt ſuprà, filum gradus idem, ac minutum Capricorni tangere debet applicito eidem, vt priùs, inſtrumento. Præterea iunge filum puncto X notato in exortu ſecundæ diei, illud enim tangere debet gradus alter Capric. videlicet 10 cum totidem circiter minutis, & ita de reliquis punctis diurni huius curriculi (quod tamen cum aliqua reſtrictione intelligendum eſt) vt ſtatim enodatiùs explicabo.

Quòd ſi filo punctis V, & X, cæteriſque coniuncto, vt dictum eſt, non reſpondeant ſuo ordine dicti gradus & min. Capricorni; compelle ſubtiliter ſtipitem H, vel tigillum L, aut vtrunque ſimul in hanc vel illam partem, ſicut neceſſe eſſe iudicaueris; donec immoto inſtrumenti centro, ac inuariata eius eleuatione ſecundùm poli altitudinem, prædicti, ſuis cum minu-

minutis, gradus, filo, punctis iisdem V & X coniuncto, exquisitissimè, suo ordine, respondeant: tunc enim verissimè debitum in plano Meridiani situm obtinebit tum ipse axis I M, tum reliquum instrumentum: atque secundùm illum eundem situm (donec horologium perficiatur) hactenus non variandum, stipes H, & tigillus L, totus videlicet fulturæ, & substructionis apparatus, cuneis adactis, congestique, tenaci cum gypso, ruderibus confirmandus, & constabiliendus est.

Monitum.

QVod dixi gradum 10, & 10 etiam circiter minutum Capric. debere respondere filo extento ad punctum X circa exortum Solis, die prima Ianuarij, anni 1646, notatum; ac etiam extento ad reliqua omnia puncta totius illius diurni curriculi, necnon eadē ratione gradum 10, & min. 13 respondere debere filo extento ad puncta pridiani curriculi K & V, cæteraque intermedia; intelligendum est, subducta differentia declinationis, quam Sol motu suo in Zodiaco acquisiuit spatio illius diei: mutat quippe Sol paulatim declinationem ab Æquatore, prout alium, & alium Eclipticæ gradum scandit: quare cùm integro vno die naturali gradum vnum Eclipticæ, demptis min. pauculis, transgrediatur; seruata proportione, quartam partē gradus, vel tertiam, vel dimidiam, parte diei dimidia, vel tertia, vel quarta decurret, & consequenter declinationem mutabit, ea proportione, qua, varia erit declinatio quartæ, tertiæ, vel dimidiæ partis eiusdē gradus: eritque habenda ratio diurni incrementi, vel decremēti declinationis in toto vno diurno radij reflexi curriculo, vt omnia ad amussim, mathematicam sibi conueniant. Nihilominus absque sensibili errore negligi posset prædicta differentia declinationis matutinæ, meridianæ, serotinæ; tum quando paruum est horologium (in eo enim spatia quoque graduum valde exigua sunt) tum quando Sol in Solstitio est, vel ab eo non multùm distat, vt in exemplo assumpto, 10 grad. Capric. quia tunc hæc ipsa differentia adeo est exigua; vt sensu nullatenus deprehendi possit. Sed quando circa Æquinoctia Sol versatur; differentia declinationis, hac in re minimè negligenda est, præsertim in maioribus horologijs, qualia ea sunt, quæ plurima hactenus ego delineaui septuagenos & octogenos, ac etiam nonagenos palmos lata.

Propoſitio XXXIX.

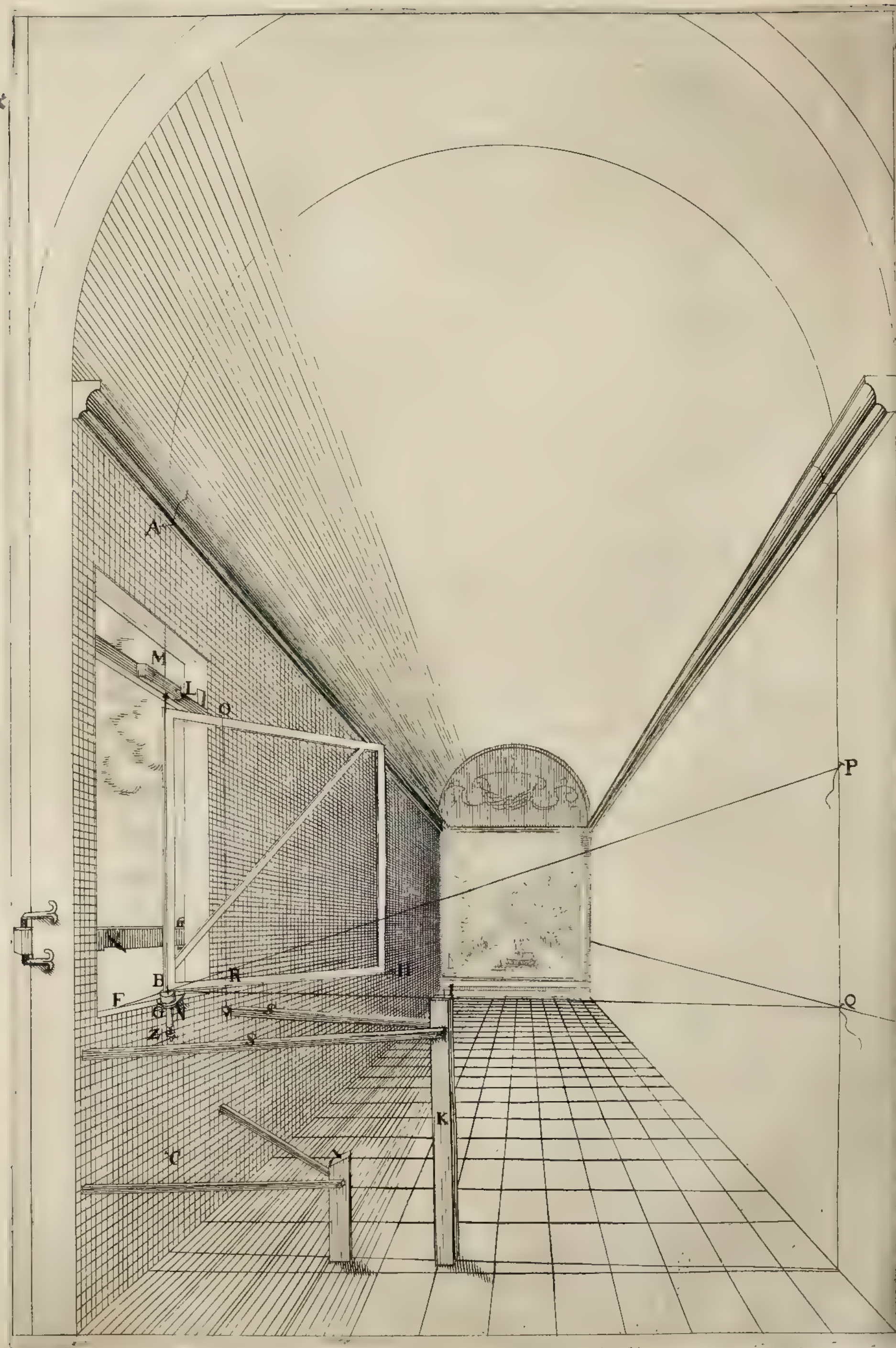
Collocare, & firmare in debito ſitu Acum numeratricem graduum Æquatoris.

ACum numeratricem graduum Æquatoris, voco tenuiſſimam Acum fixam immobiliter in linea, quæ eſt communis ſectio Meridiani circuli, & Æquatoris ad datam aliquam diſtantiam (quam mox indicabo) ab eorundem communi centro: ratio autem nominis, hæc eſt; quia in vſu & praxi, facta numeratione graduum in Scala repræſentante circulum Æquatoris, finis numerationis applicatur puncto, in quo fixa eſt Acus, ſiue ipſimet Acui, quæ ideo numerum graduum deſideratum concludit, & quaſi ipſa numerat: quod ipſum magis intelligetur, cùm ad vſum Meridiani organi peruentum erit.

Huic porro Acui, medio aere ſuſtinendæ idoneus vectis quadrangulus N O, in figura *propoſitionis* 37, feneſtræ iugo (vel commodiori loco ſupra ipſum) firmiter hærens in N, & geminis antarijs regulis R Y, & T Y hinc inde ad latera depactis, vel aliter, confirmatus, craſſus duos digitos, longus verò quantum ſufficit, vt verticem O proferat, donec eiuſdem obliquè cæſi plana ſuperficies ad Meridianum perpendicularis, Æquatori autem parallela, in eodem ſit plano cum circulo Gubernaculi S: hoc autem ipſum explorabis, & comprobabis conuerſo Meridiano organo, & adducto vſque dum Gubernaculum S, ſummum vectis apicem O, ſub Meridiano firmatum, ex latere tangat; ſic enim ſtatim perſpicietur, an eorum ſuperficieculæ, ſibi ex æquo reſpondeant pariter pronæ, & pari interuallo diſtantes à centro organi, & in vnam veluti ex duabus compactam ſuperficiem complanatæ. Quæ tria ſimul requiruntur, vt dicta ſuperficiecula verticis O ſit in debito ſitu.

His verò debitè obſeruatis filum extende B Q, à B centro organi ſuis polis impoſiti in lineam Meridianam versùs Q: illudque ſecundùm eandem lineam Meridianam perduc vſque ad contactum dictæ ſuperficieculæ O, ac in ea ſecundùm fili contactum, lineolam Meridianam deſigna. Mox ope circini ſumpto interuallo, quod organi, & Gubernaculi centra B, & S (Hic apparet breuius ſpatium B S, quàm B O; quia inſtrumentum reprætatur cùm inclinatione, quæ reſpondet diſtantiæ fili B X à filo B K) intercedit; ad idem interuallum, ab eodem centro B, nota punctum in prædicta lineola Meridiana; ac denique in illo eodem puncto fige ad angulos rectos eminulam tenuiſſimam Acum, cuius pars extans ſemidigitalis, craſſitiem Schalæ adæquet; ea verò ita fixa, & collocata, in plano erit Meridiani circuli, ſummo vertice tangens planum Æquatoris (videlicet conſtituti in ſitu apparenti huius catoptricæ Sphæræ) linea verò recta, ducta à cen-

tro



A
M
L
O
P
B
R
H
F
G
N
Q
Z
S
K
C

tro organi ad prædictæ Acus verticem,æqualis erit tum totali radio Æquatoris FT, vt in *propoſ.* 30; tum etiam chordæ arcus 60 graduum in Scala, vt *prop.* 33.

Monitum.

SVfficiet Acum numeratricem, cum prædicto fulturæ apparatu collocare, poſtquam Æquinoctialis cum arcubus radiorum Zodiaci, ſimiliterque circuli Verticales cum parallelis Horizõtis in horologio deſignati fuerint; ne forte vectis NO, & conſulcientium regularum ſtrues, organorum liberam conuerſionem, & fili ductum quodammodo impediat,vel interturbet. Præterea regulæ TY, RY, quæ ampliùs officere poſſent,ita diſponantur, vt in eas non impingat Meridianus mobilis, quando ad eas partes conuertendus erit, vel polis ſuis imponendus, aut eximendus.

Propoſitio XXXX.

Verticalem mobilem ad Catoptrico-Gnomonicæ delineationis vſum collocare, ac diſponere eo ſitu, qui ei competit, in propoſita Sphæra Catoptrica Horizontali.

DVo ſolùm obſeruanda ſunt, ad legitimum huius inſtrumenti poſitum. Primum eſt, vt eius centrum ad idem loci punctum collocetur, ad quod iam collocatum fuit Meridiani centrum, videlicet ad punctum B. Secundum, vt axis inſtrumenti, videlicet linea per vtriuſque fibularis annuli centrum tranſmiſſa, cum linea Verticali AC, id eſt, cum axe Horizontis perfectè conueniat. Vtrunque verò facilè, ac certiſſimè obtinebis hoc modo.

Fila AC & FP extende eodem prorſus modo, quo ſuprà *prop.* 37,vt commune vtrique punctum contactus B, locum videlicet centri,habeas. Deinde amoto filo AC, altero autem retento, ligneam cum ſuo capulo baſim tornatilem (qualis viſitur in BG) deſuper planam, vno tantum digito extantem ſupra laminam ferream, eiuſque annulum G; cætera, præſertim capulum, æqualem & ſimilem alteri æneæ, iam antè *prop.* 35 deſcriptæ, eidem annulo G, & ſubiecto cochlidio Z committe; atque in eius centro deſuper,tenui priùs parato foramine,alterum è duobus cardinibus *prop.* 23 præparatis (eum ſcilicet cui breuior ſcapus) propria deorſum adnitente cochleola penetrabilem, defige. Cardinem alterum ſimiliter committe regulæ M palmum circiter vnum longæ, tres latæ digitos, craſſæ duos è ſolidiore ligno: quæ interim funiculo colliganda, poſtmodum verò geminis configentibus firmiſſimis clauis copulanda eſt interiori cameram reſpicienti,lateri tigilli L:hic verò tranſuerſim vtrique poſti ſic aptandus eſt; vt alterum, altera ſui extrema parte, tangens; alteri reliqua etiam extre-

ma

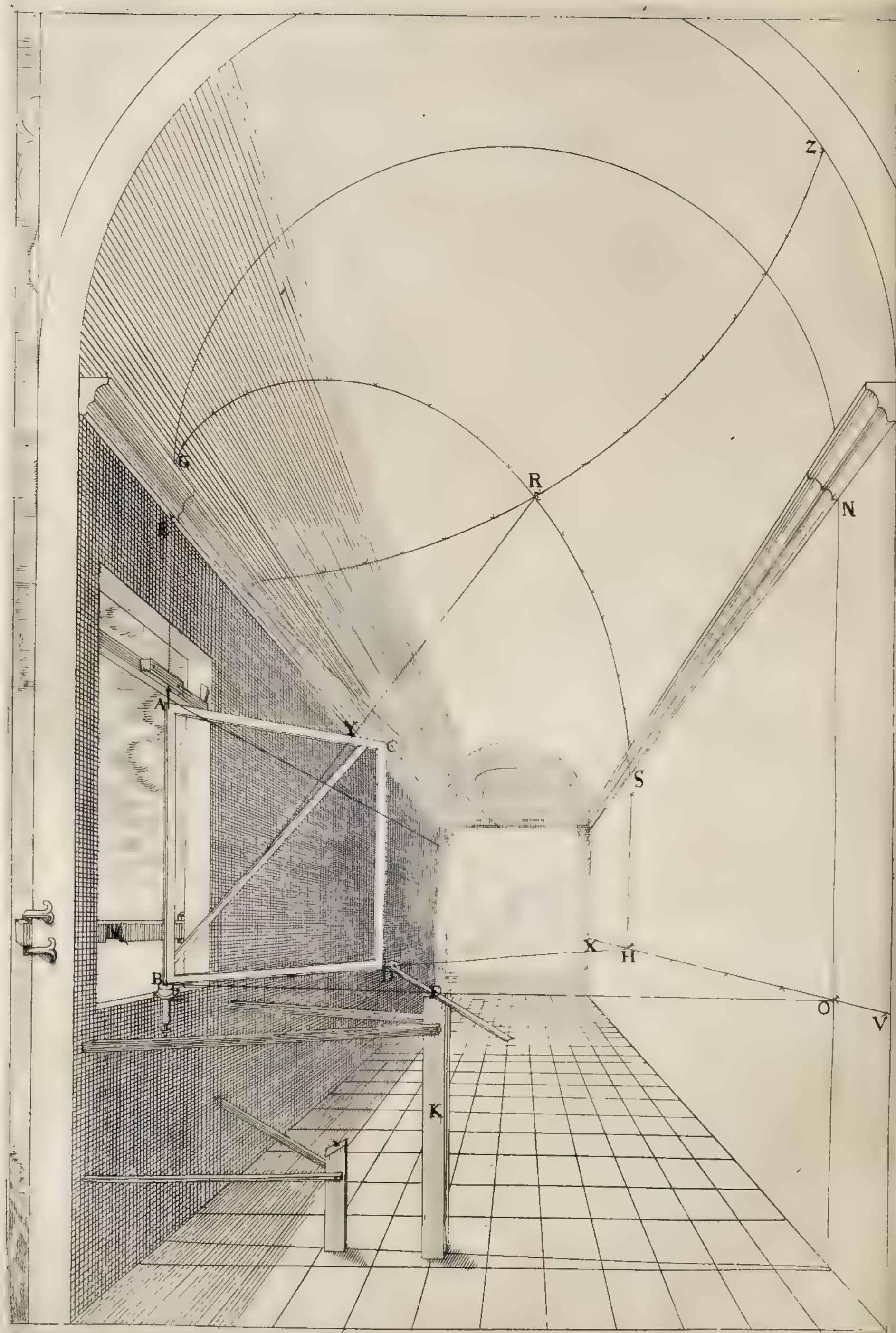
ma parte, inhæreat; interpoſito ligneo cuneo mox ad ſtabilem firmitatem adigendo.

Sumptis in ſupero, inferoque latere inſtrumenti, duobus punctis O, & R, æquidiſtantibus eiuſdem axi B M, deſigna in vtroque iam dicto latere lineolam, eamque in ſumma ora O, paulò profundiorem exara; vt videlicet contineat tenuiſſimum perpendiculi ſericum filum, aciculæ deſuper infixæ circumligatum, ac inde dependens in lineolam R. Inſere paratis cardinibus inſtrumentum, atque obſerua diligentiſſimè, vt eius centrum conueniat puncto B notato in filo extento F P: hoc autem perficies, aliquantulùm vertendo inferiorem cardinem, vt videlicet eum exeras vel inſeras, ſicut opus fuerit; ſuppono autem, vt antea annotaui, defixum eſſe cardinem in ipſo centro ligneæ baſis, ac proinde in linea Verticali eſſe eius axem ſub puncto B, & propterea non dico impellendum eſſe illum in hanc, vel illam partem; ſed ſolummodo attollendum, vel deprimendum, ſicut opus fuerit.

Deinde cardinem ſuperiorem cum ambulatoria regula M. Ita moue in hunc vel illum feneſtræ poſtem: ac etiam tigillum L, intus vel extra ſic trude, vt tandem inſtrumento in debito ſitu compoſito, perpendiculi filum O R, notatis lineolis optimè congruat: hoc autem ipſum, ad maiorem certitudinem, diligentiſſimè ter explora; ſemel quidem inſtrumento ſub linea Meridiana conſtituto, & filum F P, ſi vis, æqualiter contingente; iterum (amoto hoc eodem filo) inſtrumento ad partes ortiuas conuerſo; tertiòque conuerſo eodem ad partes occiduas. Hoc enim triplici conuenienter facto experimento, axis inſtrumenti abſque dubio, in axe eſt Horizontis, vt deſideratur. Attamen tigillum L, ſimul cum annexo cardine, ſic attolle ſuprà inſtrumentum, eiuſque ſuperiorem fibulam, vt eximendo (cùm opus fuerit) eodem inſtrumento locus relinquatur, eo modo quo dictum eſt de cardine, ſeu polo Arctico Meridiani mobilis, *prop. 37.*

Hactenus de ſtatuendis, ac debitè collocandis inſtrumenti polis: nunc de Acu numeratrice, quæ ad eiuſdem inſtrumenti regimen vſumque pertinet, collocanda pariter, & ſtatuenda. Stipitem K, ad lineam Meridianam, defige pauimento, perpendiculariter, & antarijs tigillis S, S, vt ſuprà in Meridiano mobili factum eſt *propoſ. 37*, optimè confirma. Huius ſummo in vertice, æquata ſuperficies Horizonti, atque etiam circulo Gubernaculi H, ſic æquidiſtet, vt Scala ſemicirculi, ſeu quæuis alia regula hinc ſummo ſtipitis vertici, inde circulo Gubernaculi impoſita, Horizonti parallela ſit. Deinde extenſo à centro organi, vſque ad lineam oppoſiti parietis Meridianam filo B Q, eodemque tangente verticem ſtipitis, deſigna in eius planitie lineolam Meridianam. Tertiò, ſumpto, ope circini, interuallo comprehenſo inter centrum inſtrumenti B, & centrum Gubernaculi H, ad idem interuallum ab eodem B, nota punctum I in prædicta lineola Meridiana; eidemque puncto infige ad angulos rectos eminulam tenuiſſimam Acum numeratricem.

Pro-



Z
G
R
N
E
A
Y
C
S
X
H
B
D
F
O
V
K

Vſus Gnomonicus Verticalis mobilis

Propoſitio XXXXI.

Dato axe, & centro Horizontis, totum eiuſdem circuli planum organicè formare, ac eadem opera communem illius cum horologij ſuperficie qualicunque ſectionem, delineare.

SIt AB datus axis Horizontis, & B datum eius centrum; cuius circuli plana ſuperficies tota, vel in parte, formanda, eiuſque ſectio, id eſt, linea Horizontalis in horologio deſignanda proponatur. Inſtrumento iam *per præcedentem prop.* in debito ſitu collocato, filum tenuiſſimum à centro B procedens extendatur vſque ad parietem versùs V, deinde Verticalis paululùm conuertatur, donec leniter filum contingat; quo facto diligenter obſeruetur, an filum (validè tenſum, vt quantùm licet, lineam rectam efficiat) conueniat cum inſtrumenti linea BD ad ipſam AB perpendiculari; quod ſi nondum perfectè conuenit, attollatur, vel deprimatur ex parte V, donec perfectè conueniat: tunc verò in contactu extremo fili, & parietis imprimatur ſignum V, cui ſimilia alia eodem modo inuenientur; conuerſo ad ſingula paululùm inſtrumento, & filo adducto donec lineæ BD ad amuſſim, vt priùs, conueniat; ſic enim plurimæ poterunt, contactu fili, notæ deletiles in pariete deſignari, vſque ad X, vel vlteriùs, ſi opus fuerit. Ac tandem linea, per prædictas omnes notas, æqualiter beneficio regulæ deducta, erit linea Horizontalis in horologio.

Demonſtratio.

QVia Verticalis mobilis ſuper ſuos polos ita mouetur, vt linea eius AB, circa quam immotam mouetur, non diſcedat à dato axe Horizontis AB, nec centrum, à centro diſcedat; ſequitur lineam BD ad AB rectam, in omnibus ac ſingulis punctis ſpatij, per quod mouetur, remanere ſemper in plano Horizontis, vtpote, rectos cum eius axe, ſemper ac vbique faciens angulos; filum verò, cùm ſemper congruat cum linea BD, nō differt ab illa, ſed eſt illamet quaſi continuata, & producta. Ergo filum BX, ſeu BV, &c. (ſiue linea BD producta in X & V &c. motu ſuo continuo, ſi poſt ſe veſtigium relinqueret, planam ſuperficiem Horizontis formaret, ſecaretque ſuperficiem horologij, in punctis X, & V, alijſque intermedijs. Igitur planum circuli Horizontis formauimus, & eius in ſuperficie horologij ſectionem delineauimus; quod fuit propoſitum.

Monitum.

POſſet æquè facilè huius inſtrumēti beneficio formari planum, ac etiam in ſuperficie horologij delineari ſectio alterius cuiuſcunque circuli in Sphæra maximi, cuius axis, & centrum data eſſent: nihilominus Verticalem mobilem addixi Horizōti, alijſque circulis eidem parallelis, vel orthogonis.

Propositio XXXXII.

Dato axe, & centro Horizontis, organicè formare conum, cuius basis sit quilibet propositus Almucantarath apex autem sit centrum Horizontis; necnon eadem opera conicam sectionem eiusdem Almucantarath, in superficie horologij, quantumlibet irregulari, delineare.

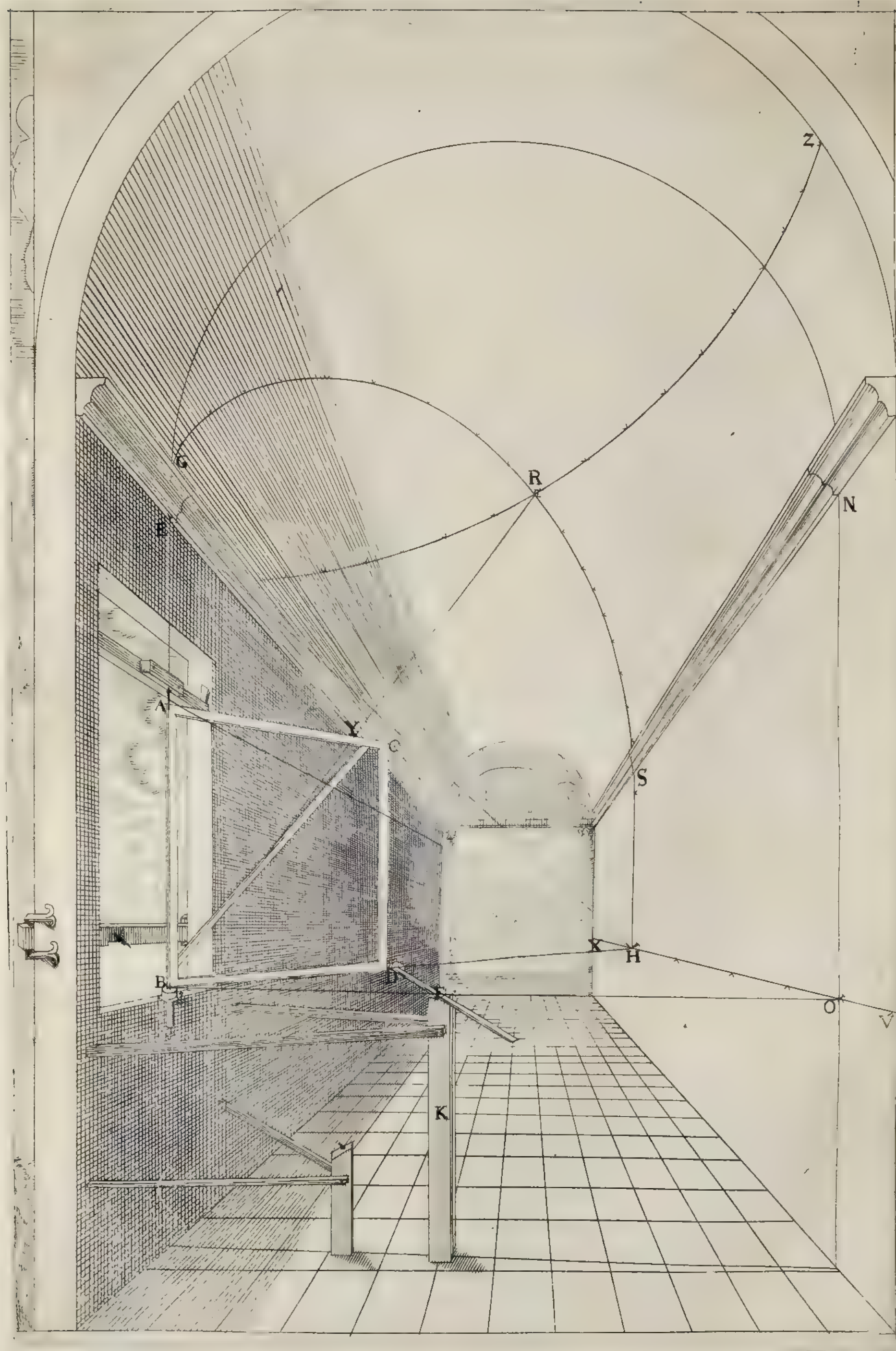
SIt, vt *precedenti prop.* AB axis Horizontis, eiusque centrum B: proponatur verò designandus in horologio parallelus Horizont. siue Almucantarath, verbi gratia, 50 graduum: hic cùm sit circulus in Sphæra minor, sicut omnes paralleli Horizontis, non potest gnomonicè in horologio designari secundùm sectionem sui ipsius plani, sed tantùm secundùm sectionem coni, cuius ipse sit basis, & cuius apex, sit apex Gnomonis, *per 20 primi huius.* Quapropter erit nunc formandus in primis conus, cuius basis sit Almucantarath 50 grad. apex autem ipsum centrum Horizont. in quo Gnomon Catopt. siue speculum collocandum est; hic autem conus formabitur, simulque eiusdem in superficie horologij, sectio delineabitur hoc modo.

Verticali mobili collocato vt suprà; ex eius centro filum educatur per punctum Y, (vbi ex hypothesi grad. 50 compleantur numerati à puncto Horizont. D sursum versùs Zenith A) extendaturque vsque ad parietem, in quo fili validè intenti, & cum dicto gradu precisè congruentis, contactus R notetur, ac deinceps aliæ similes, hinc inde, frequenter fiant notæ deletiles conuerso paululùm ad singulas Verticali, & filo concomitanter adducto, ita vt prædicto gradui semper inhæreat; peracto autem tramite, & tot notatis signis, quot necessaria fuerint; regula applicetur, ita conuenienter incuruata, vt ipso sui flexu primis, verbi g. 10, vel 15, siue pluribus, aut paucioribus simul punctis, apprimè respondeat: atque hoc modo per illa 10, aut 15, ac deinceps repetito ductu, per alia similia signa, æqualiter ac sine angulis curua linea designabitur, quæ erit sectio conica Almucantarath 50, in superficie horologij.

Demonstratio.

NAm ad motum Verticalis, punctum etiam gradus 50 ab Horizonte numerati, videlicet Y, mouebitur circulariter circa axem immotum AB; ac proinde formabit circulum Almucantarath, cuius semidiameter erit linea AY, linea verò BY eodem motu formabit conum, cuius quidem vertex B, centrum Horizontis; basis autem erit idem Almucantarath. At verò ipse Almucantarath productis lateribus coni, veluti per lineam fili BYR, continuè fluens, non solùm puncta R & Z, aliaque similia; sed etiam integram lineam curuam ijs punctis designatam, in superficie horologij, appulsu suo notabit, tanquam veram sui sectionem conicam. Itaque conum formauimus, & eius sectionem delineauimus; vt fuit propositum.

Pro-


Z
G
R
N
E
A
Y
C
S
X
H
B
D
F
O
V
K

Propoſitio XXXXIII.

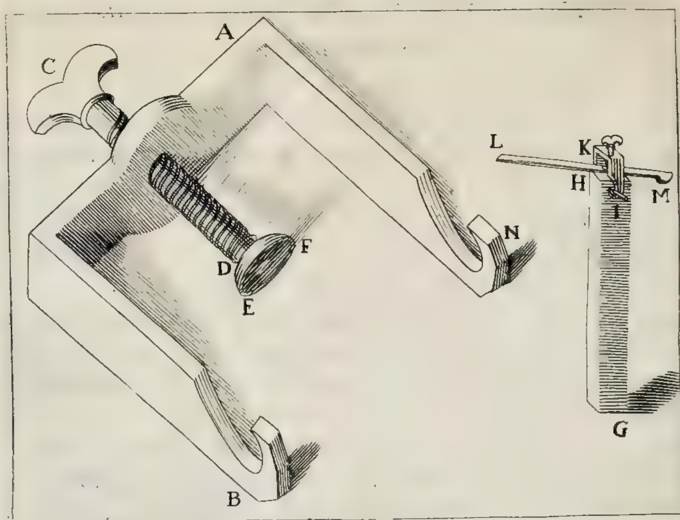
In linea Horizontali, quæſitum quodlibet punctum, ſiue integri gradus, ſiue minuti gradus determinare.

ESto linea Horizonalis V X, *per* 41 *prop.* deſignata, in qua determinandum poſtulatur punctũ gradus ſexageſimi, numerati ab ex ortu æquinoctiali versùs meridiem, ſiue trigeſimi è contrà numerati à Meridiano circulo, quod idem eſt; cùm 30 ſit complementum 60. Igitur Verticalis mobilis, vt ſuprà, ſuis polis libratus collocetur inter ſtipitem K (ſub circulo Meridiano exiſtentem) & partem mundi occiduam, ad quam ſcilicet Solis in parte ortiua exiſtentis, radij reflectuntur; ſumatur deinde Scala ſemicirculi; eiuſque centrum, Gubernaculi clauo *per* 26 *huius* ad punctum D diſpoſito, committatur *per* 33: tum in ea numerentur gradus 30, facto initio numerationis ab eiuſdem centro; ſitque finis numerationis punctum F in linea fiduciali Scalæ. Poſtmodum Scala ipſa adducatur vel reducatur donec punctum eius F, præcisè contingat Acum numeratricem in ſummitate ſtipitis K fixam *per propoſ.* 40, *in fine*; ac in eo ſitu reuinciatur apto quodam ligaminis genere: vel impacta atque adacta anſulæ A B (de qua inferiùs) cochleola, conſtringatur; ne quo modo ab Acu numeratrice recedat dictum punctum F.

His peractis filum tenuiſſimum ex inſtrumenti centro B eductum, & ſummis digitis apprehenſum, extendatur vſque ad lineam Horizontalem, & ita extenſum adducatur, vel reducatur, donec lineam B D leniter tangens ipſi perfectè conueniat: dixi leniter tangens, quia ſi fortiùs, vt ita dicam, tangeret, & quaſi premeret, linea ipſius fili vitium pateretur ex violento contactu, nec eſſet ampliùs recta. Itaque filum, dicto modo lineæ B D conueniens in contactu parietis, ac lineæ Horizontalis deſignabit punctum quæſitum H, id eſt gradum 30 numeratum à Meridiana linea N O: & ſegmentum O H reſpondebit arcui 30 graduum Horizontis. Nunc anſulam conſtruamus quæ Scalam ſemic. retineat firmam.

Ex orichalco aut ferro inſtrumentum A B fiat rectangulum, anſulæ modo, hinc inde vncinatæ in B & N; & ad medium munitæ meabili cochleola C D, cuius ad ſummitatem D æqualiter vndique deraſæ, & attenuatæ particula cylindrica in vmbonis E F laxiuſculum foramen inſeratur; vt facilè, ipſo vmbone immoto, verti poſſit: eiuſdem tamen ſummum, ſub vmbone, caput malleolo retundatur, ne vmbo ipſe vnquam excidat. Inſtrumenti ſic ſtructi vſus iſte erit ad propoſitum accommodatus: ſtipitem G H (qui ſtipitem ſuperiùs notatum K refert) traijciat ferreus clauus teres,

& ex vtraque parte in K & I emineat: huic verò implicetur prædicti B & N vncini: tum verò Scalam semicirculi hîc notatam L M, stipiti impositam, & Acui numeratrici conuenienter, iuxta desideratum graduum nume-



rum, aptatam premet impactus contorto cochlidio vmbo, & immotam in situ debito continebit. Opto autem stipitem ipsum in plures, quàm in quatuor, vt in octo saltem superficies planas per latera excindi in summitate H; vt ita totidem eminentibus in circuitu clauis, pro opportunitate operationis, aptari possit ansula.

Demonstratio.

QVia enim angulus D B F, est angulus graduum 30, vt patet ex chorda D F; sequitur totalem angulum H B O, esse etiam graduum 30; siquidem includitur iisdem lineis rectis, sed productis B F O, & B D H: igitur portio lineæ Horizontalis O H, iisdem illis lineis comprehensa æquiualet arcui Horizontis graduum 30. Ergo punctum H est punctum quæsitum, quod vt propositum fuerat determinauimus.

Pro-

Propoſitio XXXXIV.

Data diametro propoſiti alicuius circuli Verticalis, & dato vno aliquo puncto, in eius plano, formare organicè totum planum, eiuſque communem cum ſuperficie horologij ſectionem eadem opera delineare.

SVpponatur delineandus in horologio circulus Verticalis declinans à primario, gradibus 60, cuius iam diameter habetur, recta videlicet AB in figura *præcedentis propoſitionis* (quæ eſt communis omnium Verticalium diameter, vtpote per Zenith tranſiens) & in cuius plano eſt punctum H *per præcedentem propoſitionem* inuentum; cùm in eo puncto ſe communiter ſecent Horizon, & prædictus Verticalis. Eius itaque planum integrum, hoc modo formabitur, & ſectio eius in horologio delineabitur. Verticali mobili iam immobiliter ſtante in ſitu præcedentis *prop.* filum tenuiſſimum, centro B emiſſum moueatur ſurſum ab H versùs S, R, & G; ita vt latera inſtrumenti DC, & CA continuè radat, ſeu leniter tangat; & ſic extendatur vſque ad ſuperficiem horologij, & in contactu eius, varia, prout neceſſe fuerit, ſigna deletila notentur; hæc enim, ſi beneficio regulæ, conuenienter copulentur linea quadam recta, vel curua, prout ſuperficies horologij plana, vel alia tulerit, dabunt ſectionem circuli Verticalis 60 in ſuperficie horologij.

Demonſtratio.

NAm euidens eſt Verticalem mobilem in eo ſitu conuenire cum circulo Verticali ſexageſimo, & in plano eius omnino conſiſtere: filum autem dicto modo extenſum, & circumductum non poteſt non eſſe in plano eiuſdem circuli; cùm continuè cohæreat lateribus Verticalis organici. Ergo linea HSRG, contactu quaſi continuo fili deſignata, eſt ſectio Verticalis 60 in ſuperficie horologij. Igitur &c.

Propoſitio XXXXV.

In quolibet circulo Verticali punctum quæſitum determinare.

DEſideratur punctum 50 Almucantarath in circulo Verticali declinante 60 grad. ab ortu in meridiem: id verò ſic inuenitur. Inſtrumento Verticalis mobilis debitè collocato in axe Horizontis, (vide figuram *propoſ.* 43) vt ſemper fit, atque inter partem ortiuam horologij, & Meri-

Meridianam lineam diſpoſito, Scala autem clauum tenente vt *prop.* 43; in gradibus eiuſdem Scalæ, ab ipſius centro D, versùs partem oppoſitam, numeretur complementum graduum 60 nimirum gradus 30; tum finis numerationis ſubtiliter coniungatur Acui numeratrici fixæ in ſummo ſtipite K; & hoc facto, firmataque ſtatim Scala, ſimul cum Verticali organo, vt ea *prop.* dictum eſt, numerentur gradus 50 in latere ipſius Verticalis mobilis, à puncto D versùs C & A: ſi enim fini huius numerationis, vt Y, applicatum filum extendatur donec horologij ſuperficiem contingat, ſignabit ipſo contactu punctum deſideratum in propoſito circulo Verticali. Nec eſt opus huius operationis demonſtrationem ſpecialem adducere; cùm in 42, *&* 43 *propoſitionibus* apertè contineatur.

Vſus Gnomonis Meridiani mobilis

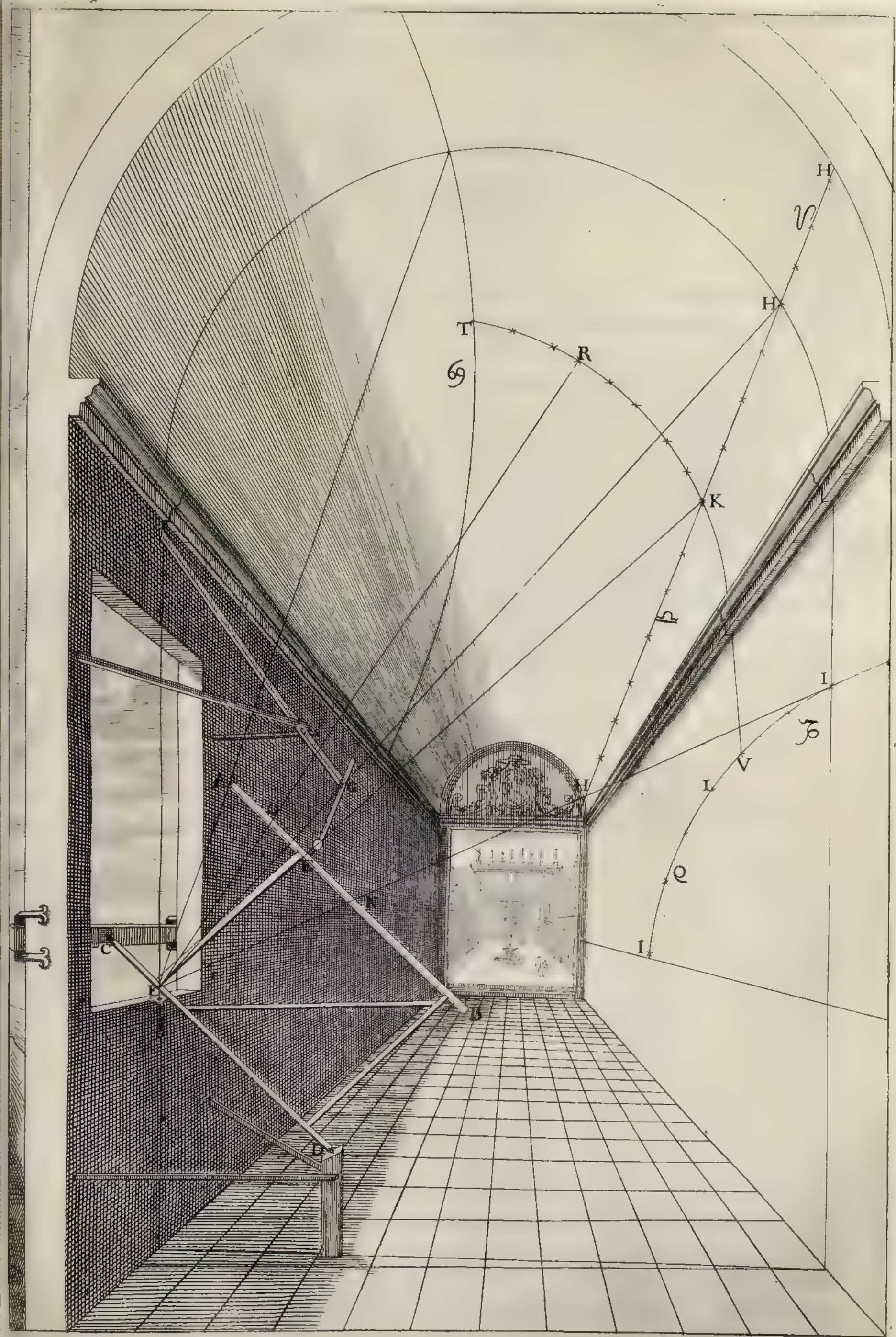
Propoſitio XXXXVI.

Dato axe, ac centro Æquatoris; formare organicè totum eius circuli planum, ipſiuſque plani communem cum ſuperficie horologij ſectionem, eadem opera delineare.

SIt in Sphæra Catoptrica Horizontali, C D datus axis Æquatoris, ac eiuſdem centrum F, locus nimirum ſpeculi: hoc poſito, ſic formabitur planum circuli Æquatoris, & ſectio eius in ſuperficie horologij deſignabitur. Imponatur polis Meridianus *per propoſ.* 37, *&* 38; eiuſque centro F, tenuiſſimum filum immittatur, quod validè intentum ab eo puncto per E, id eſt per radium Æquatoris educatur. Tunc ſi Meridianus circa dictum Æquatoris axem C D voluatur, vnàque filum ita extenſum; motu illo fili formabitur planum ipſiuſmet Æquatoris; Si verò idem filum ita circumductum tangeret continuè ſuperficiem horologij, in ea, ſine dubio, deſignaret lineam Æquinoctialem: extendatur itaque donec de facto tangat: punctum verò contactus, deletili ſigno H, notetur; deinde conuerſo paululùm Meridiano, filoque iterum applicato, ac educto per idem punctum E, ſimilis alia nota H fiat; ac deinceps aliæ frequentes; præſertim ſi minùs plana fuerit ipſa horologij ſuperficies. Et tandem, per ea omnia notarum puncta, deſignata fideliter linea, erit linea Æquinoctialis deſiderata.

Demonſtratio facillima eſt ex demonſtratis *prop.* 41.

Pro-



H
H
T
R
K
I
V
L
Q
I
H
C
F
N
B
D

Propositio XXXXVII.

Dato axe; ac centro Æquatoris, organicè formare conum, cuius basis sit quilibet propositus circulus eidem Æquatori parallelus, eademque opera sectionem eius conicam, in quacunque horologij superficie, delineare.

SIt vt *præcedenti propositione* axis Æquatoris CD, eiusdemque centrum F: & proponatur ex hypothesi conus, cuius basis est circulus Capricorni, formandus; necnon eius conica sectio in horologio designanda. Imposito polis Æquatoris, Meridiano, vt anteà, filum ductarium è centro F, per punctum Capricorni, quod sit N, in rectam lineam tendatur. Tunc si Meridianus circa eos polos moueatur, vt priùs, & vnà cum eo filum FN; euidens est, motu fili formatum iri circa eundem axem CD, conum, cuius basis erit circulus Capricorni. Igitur quia eius coni sectio designanda est in horologio; extende idem filum, donec parietem contingat, & notā in contactu fac I; mox alias, & alias complures similes promoto subinde per interualla instrumento; filo autem eidem puncto N semper inhærente. Tandem applicata regula, eiusque flexu secundùm eorum omnium punctorum situm accommodato, designabis arcum Capricorni desideratum.

Demonstratio est eadem, seruata proportione, quæ *prop.* 42.

Propositio XXXXVIII.

In linea Æquinoctiali, punctum quodlibet desideratum determinare.

POstulatur in linea Æquinoctiali, *per prop.* 46 (cuius reuise figuram) designata, punctum, verbi gratia, horæ 11 post mediam noctem, quod punctum distat 15 gradibus Æquatoris à linea meridiei.

Itaque Meridiano organo, polis Æquatoris, vt priùs, imposito, Gubernaculi clauum accipiat Scala semicirculi, vt dictum est *prop.* 33: deinde Meridianus organicus ad partes mundi occiduas (ad quas nimirum ante meridiem radius reflexus vergit) paulatim descendendo à Meridiano circulo inclinetur, donec Acus numeratrix decimum quintum à clauo numeratum in Scala gradum tangat in G, verbi gratia; Si enim in eo præcisè situ firmata fuerit (eo modo quem dixi *propos.* 44 *in fine*, vel alio) simul cum organo Meridiano Scala; filum è centro F, per radium Æquatoris E eductum, ipsamque Meridiani organi regulam AB in E leniter

tan-

tangens, & hac lege ritè extenſum vſque ad lineam Æquinoctialem H H, indicabit in ea punctum quæſitum, vt K, per quod tranſibit linea horæ 11 à media nocte.

Demonſtratio eſt eadem, quæ *prop.* 43, ſeruata proportione.

Propoſitio XXXXIX.

Data diametro alicuius circuli maximi, per polos mundi, incedentis; & dato vno aliquo puncto in eiuſdem circuli plano; formare organicè totum circuli planum, vel certè partem eius deſideratam; necnon eadem opera ſectionem eius in horologio deſignare.

QVæritur, verbi gratia, circulus horæ 11 ante meridiem (de quo *ſuperiori prop.*) qui per Æquatoris polos incedit; eius autem datur diameter, ipſe videlicet axis Æquatoris, id eſt linea C D; datur etiã punctum K, *eadem ſuperiori prop.* determinatum in linea Æquinoctiali; quod punctum neceſſariò eſt in plano prædicti circuli horæ 11 ante meridiem. Igitur diſpoſito Meridiano organo, vt *præcedenti prop.* filum ductarium vſque ad horologij ſuperficiem extenſum, ita moueatur, vt regulam A B continuè allambat, hoc enim motu partem deſiderati plani formabit; contactu autem ipſo in dicta ſuperficie horologij, ſectionem eius, id eſt lineam horæ 11 poſt mediam noctem, deſignabit T K V.

Demonſtratio eſt eadem, quæ *propoſit.* 44, ſeruata proportione.

Propoſitio L.

In quolibet circulo maximo per polos mundi incedente, punctum quodlibet quæſitum determinare.

IN circulo, verbi gratia, horæ 11 poſt mediam nocte quæritur punctum, quo eum ſecat arcus diurnus horarum 14; illud verò ſic inuenietur. In primis in Meridiano mobili, præter notas *prop.* 28 eidem inſcriptas, inſcribatur declinatio arcus diurni horarum 14 (erit autem eadem lex pro alijs ſimilibus punctis) hoc modo. *per* 45 *2 huius* ad poli datam eleuationẽ, verbi gratia, grad. 42, ducatur in figura eiuſdem *propoſ.* radius B X, quem in Z ſecet recta R V, *per* 28 *huius* deſcripta: & mox ſegmento R Z æqualis ſumatur E O ad partes Cancri (quia declinatio dicti arcus eſt borealis) in linea M N figuræ, *eiuſdem prop.* 28: & ſic erit O punctum in inſtrumento indicans declinationem arcus diurni horarum 14, ad poli eleuat. 42; quemadmodum etiam P declinationem arcus diurni hor. 10 indicabit, ſi ſuma-

tur

tur E P, in eadem recta M N, æqualis dictæ R Z siue ipsi E O. His peractis, ad propositum, extendatur à centro F, filum (vt in schemate *proposit.* 48 cernitur) per id punctum O, vsque in superficiem horologij; ita vt contingat in R, verbi gratia, lineam horæ 11, antea designatam; & statim contactu ipso indicabit quæsitum punctum, quo lineam horæ 11 à media nocte, secat arcus horarum quatuordecim, Et ita de alijs.

Demonstratio est eadem, quæ *propos.* 45, seruata proportione.

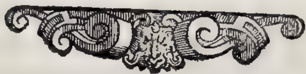
Propositio LI.

In quolibet dato Æquatoris parallelo, punctum quodlibet quæsitum determinare.

IN circulo Capricorni, verbi gratia, quæritur punctum horæ 2 Antiquæ. Igitur instrumentum Meridianum polis impositum, Scala clauum tenente, inclinetur ad partes horologij ortiuas, seu ad partes mundi occiduas; donec Acui numeratrici conueniat dictæ horæ 2 punctum, pro arcu Capricor. in Scala *per prop.* 32, notatum, & ibi firmetur Scala ipsumque simul instrumentum; eo enim sic stante, si filum à centro F emissum per punctum Capric. N (vide figuram *prop.* 48) extendas vsque ad eiusdem parallelum in horologio iam descriptum; inuenies ad fili, & dicti paralleli contactum, punctum horæ 2 Antiquæ desideratum, vt Q.

Demonstratio.

HÆc descriptio clarissimam suimet affert secum demonstrationem; quæ ex eo pendet, quòd circulus Capric. alijque similes paralleli Æquatoris) moueatur motu ipsius Æquatoris, super eodem communi axe; vnde gradus, qui tali, vel tanto Solis in Capricorno existentis motui debentur, possunt numerari in Scala repræsentante Æquatorem, & instrumentum per gradus Scalæ, seu Æquatoris promotum, censetur simul promotum per gradus Capricorni. Igitur in dato Æquatoris parallelo punctum quæsitum determinauimus; quod fuit propositum.



Propositio LII.

Verticali, & Meridiano fortè aliquando impeditis, ne liberè ac plenè munere fungantur suo, instrumentum vicarium sufficere, ad conicas præsertim sectiones designandas.

Contingit aliquando Verticalem, & Meridianum, hactenus descripta instrumenta, non posse libera, & integra conuersione circumuolui; obsistente nimirum ipso fenestrali pariete, siuè propter fenestræ angustias, siue propter loci declinantis obliquitatem. Inde autem fit, vt aliqui, vel etiam plurimi arcus tum Signorum Zodiaci, tum Almucantarath, præsertim in vltimis angulis, ac etiam in vtroque margine parietis fenestralis, maneant inabsoluti, qui tamen sine aliquo simili instrumento vix, ac ne vix quidem, ad talem ac tam exquisitam, sibique constantem inæqualis ductus æquabilitatem perduci queunt. Prouidi igitur instrumentum aliud in quibuscunque loci angustijs maximè habile, & non multo admodum labore parabile, cuius in huiusmodi necessarijs Vicariam fidem, Verticalis æquè & Meridiani operæ suppono: eiusdem verò compages admodum simplex, sic se habet.

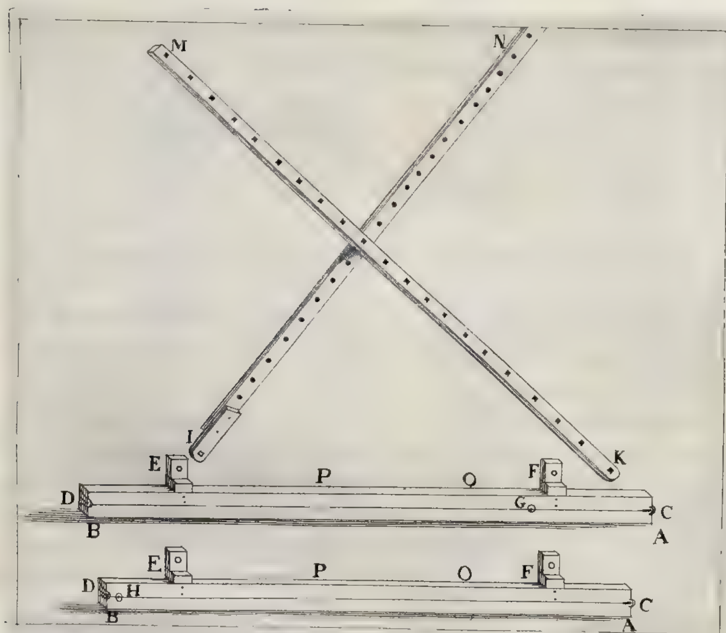
Regula AB lignea palmos circiter 5 longa, æqualis nimirum regulæ item AB Verticalis *propos.* 21, & regulæ CD Meridiani *prop.* 27 (regulas autem hic AB binas designaui, & quidem inæquales; quod ideo necesse fuit, quia prædictas Verticalis & Meridiani regulas, inæquales designaueram) digitum transuersum vnum, & semis crassa, lata verò duos, optimè doletur; & in eius latiori superfice ad medium extendatur recta CD, vtrique extremæ oræ parallela. Deinde ad vtrunque caput lineæ CD, fibulæ è ferro, vel orichalco firmis clauulis, à tergo ipsius regulæ retusis, affixæ ita emineant supra anteriorem eius superficiem se se mutuò respicientes; vt recta CD, per vtriusque cardinei annuli centrum ad amussim transeat. Tum iuxta fibulam C, canaliculus imbricatim vacuetur, eo modo & fine, quo dixi vacuandum iuxta fibulam K Verticalis ac iuxta fibulam C Meridiani. Prope autem fibulam D, lamella rotunda H, ita infigatur, vt superficiem regulæ planam adæquet, & centrum eius subtilissimo foramine peruium tanto præcisè interuallo absit ab extrema fibulæ D superficie (quæ nimirum superficies, subiectam parati cardinis basim tangens, instrumentum sustentat) quanto centrum I similis laminæ in Verticali, distat à simili extrema superficie fibulæ eius B sibi vicinæ; ne scilicet instrumenti huius Vicarij centrum H à centro I Verticalis, quouis modo dissentiat.

Perforata subtilissimè, vt dictum est, lamella H, lignum etiam ei subiectum perforetur, sed foramine aliquantulùm latiore. Simili opere, & foramine æquali, figatur & altera lamella in G, tanto interuallo, ab extrema super-

ſuperficie iam dicta fibulæ D; quanto, in Meridiano diſtat centrum F à ſummitate eius fibulæ D; centro enim G ita conſtituto, poterit hoc inſtrumentum in locum ſuffici Meridiani ſimile centrum habentis, & cùm opus fuerit vices eius legitimè gerere.

Duo humeruli lignei E & F (necnon & alij duo, ſi opus fuerit, in O & P) duos lati digitos, vnum craſſi, tres circiter eminentes; ſubtilibus, & firmis commiſſuris inſerantur ad latus regulæ; ita vt quaſi ad partem eius poſteriorem recedant, hoc eſt, relinquant ſpatium ſemidigitale à parte anteriori occupandum, & replendum ſemidigitali ſimili craſſitie regularum K M, & I N; quæ hinc inde ad æqualem, cum regula C D, planitiem ipſis humerulis connectendæ ſunt, traiecti ferrei clauuli latiore quadro capitello anteriùs, à tergo autem cochlidio coercente.

Sint hæ regulæ duos digitos latæ, ſemidigitum, vt dictum eſt, craſſæ ad alterum caput reſectæ in ſemicirculum, circa cuius perforatum centrum lacunula in quadrum vacuetur, quæ clauuli inſerti conſtringentis capitel-



lum excipiat, ne extrà inæqualiter tumeſcens, filum ductarium intercipiat; necnon, in poſtica parte, lamella quædam cochlidio, tali arte ſupponatur, vt eius validiùs contorti vim comprimentem prior excipiat, ac ſuſtineat, aliàs obfuturam inermi ligneæ teneritudini.

Altera ex his regulis ſit longa palmos ſaltem quinque, & ſemis, frequenti foramine peruia; altera breuior eſſe poterit, vel longior, prout opus faciendum poſtulauerit, vel ſitus ipſe loci permiſerit. Ambæ regulæ, velut

gemina brachia, inde ab humerulis extenta, quasi summis consertis manibus in vnum angulum, aut per medium alterius radium, velut decussatim, aut aliter, prout expedierit, firmiter connectantur habili quodam vinculo, vt clauulo hinc capitato, inde cochlidium arripiente; ita, inquam, connectantur, vt dum altera alteri insistet, ambæ pariter in vno sint plano; quamuis si vna alteri insisteret non multùm curarem. Commutabuntur etiam hæ regulæ, id est, ab humerulo E in F, vicissim transferentur; vel etiam in alterum è duobus medijs O & P, aut in vtrunque, sicut opus fuerit. Optarem ego geminos ex orichalco humerulos fieri ambulatorios, qui regulas sibi traditas, ad quodlibet desideratum punctum regulæ C D sisterent, & cochleolis adactis confirmarent.

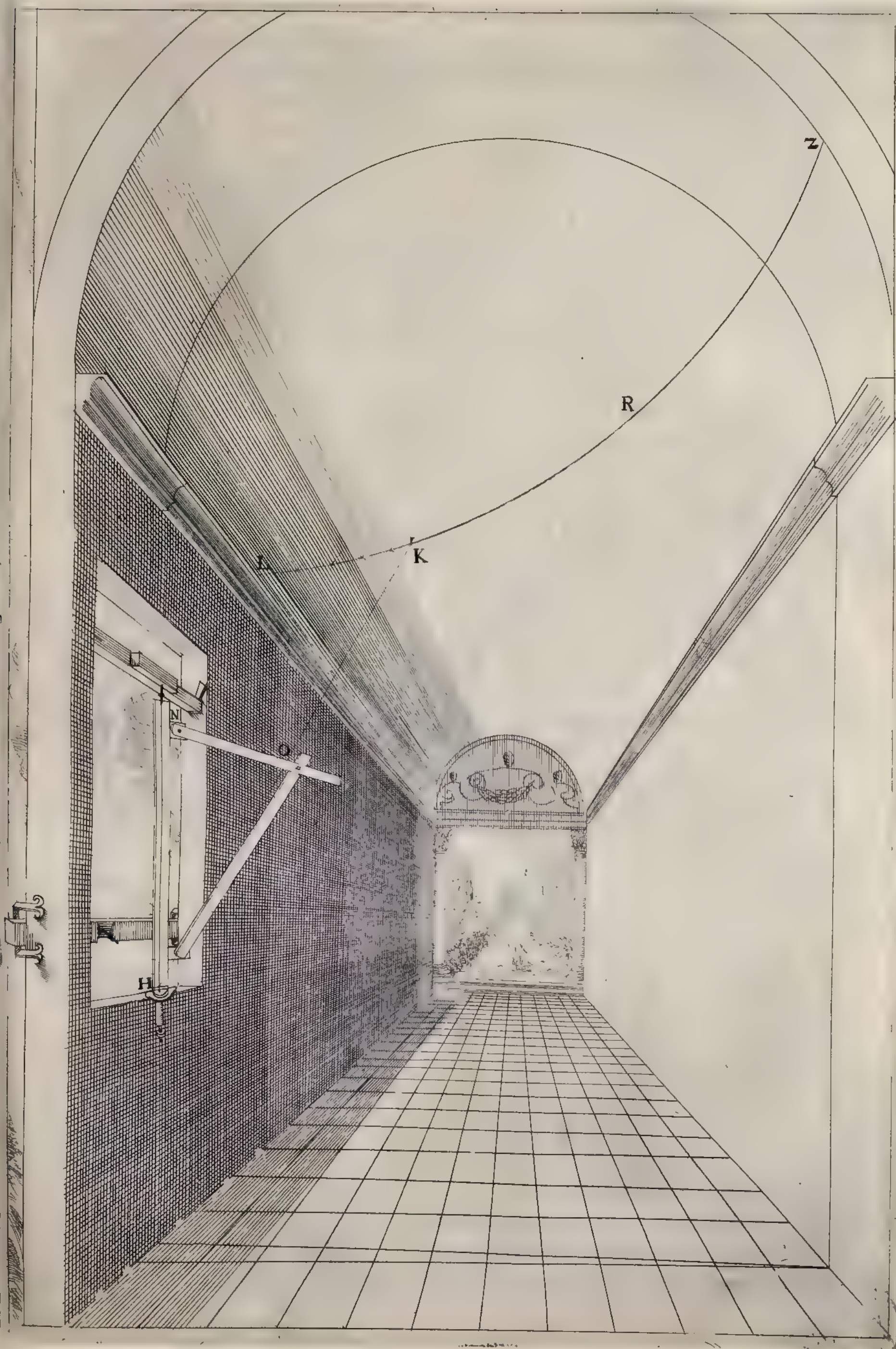
Notæ huic instrumento peculiares imprimendæ nullæ, nulla graduum signa determinanda: sedquemcunque in horologio arcum imperfectum reliquerit seu Meridianus, seu Verticalis, vnico arrepto signo, siue puncto eiusdem arcus, ipsum prosequitur, & integrum perficit, quantùm superficies patet horologij. Quomodo autem, vel quo ordine, & vnde signum huiusmodi, seu punctum, vel notam arripere debeat, ne illegitimè arripiat; statim aperio, dum ipsius instrumenti vsum pleniùs expono *sequenti propositione*.

Propositio LIII.

Vsum instrumenti huius Vicarij explicare.

IN exemplo res optimè intelligetur. Sit quidam Almucantarath Z R K, quem Verticale instrumentum, ex hypothesi, impeditum ne versùs L duceretur, perficere non potuit: optatur autem integer Almuc. Z K L. Instrumentum Vicarium in A H collocetur, ita vt inuariatis Verticalis cardinibus *per prop.* 40 dispositis teneatur; filum autem centro H, vt *prop. præcedenti* dictum est, constituto commissum religetur ad clauulum K, qui quidem fixus sit in aliquo iam per organum Verticale inuento puncto circuli Almuc. Z R K: sic, inquam religetur, vt in lineam rectam H K tendatur: tum verò instrumenti Vicarij super axe Horizontis A H conuersi brachia adducantur, donec filum sic intentum tangant in aliquo puncto O, & fiat in brachio tangente N O, deletilis nota contactus O: mox filum à clauulo K resolutum, puncto autem O semper cohærens, & optimè tensum ducatur, instrumento simul conuerso, à K in L; atque ad eius ita ducti mutuum cum horologij superficie contactum, notentur inter K & L, tot puncta, quot necessaria visa fuerint, ad lineam curuam tutò describendam, quæ compleat Almucantarath Z K L.

Ita, cùm opus fuerit, vices quoque Meridiani mobilis geret Vicarium istud instrumentum; sed ea lege vt illius cardinibus imponatur. Quod etiam


Z
R
K
L
N
O
H

etiam, vt in exemplo meliùs intelligatur; sit in figura *sequent.prop.* fenestra T V, simul cum pariete ABT, meridiē obliquè respiciens, & versùs occasum declinans aliquot gradibus; quo posito Meridianus mobilis, ad eam partē inclinatus facilè impingit in parietis fenestralis angulū; atque adeo impeditur ne Zodiaci arcus, vel aliquem saltem ipsorum integrè perficiat: quare imperfectum, ex hypothesi, reliquerit Capricornum M N O. Et Cancrum I K L. Tunc itaque amoto Meridiano (iam certè non planè mobili) ijsdem polis prorsus inuariatis, imponatur surrogatorium hoc instrumentum, centroque eius G, filum committatur, quod quidem centrum G erit præcisè in eodem loco, in quo erat antea Meridiani centrum F, si quæ dicta sunt *propos. præcedente* ritè obseruata fuerint. Postmodum extendatur filum vsque in O, vel N, siue aliud quoduis punctum, beneficio Meridiani priùs designatum in arcu Capricorni; & ita validè intentum retineatur, vel etiam alligetur clauulo fixo in puncto O, siue N; donec huius Vicarij instrumenti extenta, & aptata brachia, ad eiusdem vsque fili contactum conuersa, signandam accuratissimè, contactus notam deletilem R exceperint: hæc namque nota, conuersione totus instrumenti, circa axem D C, æqualiter delata, filum è clauulo O resolutum, sed altera parte fixum, atque inhærens centro G, deinceps tutò reget, eodemque prorsus modo, & eodem tramite, ac eodem coni ambitu circumducet, quo antè Meridiadianus; filum ergo sic deductum à puncto O vsque in P, id est, vsque ad lineam Horizontalem, varia inter O, & P, iterato per certa interualla contactu, puncta ostendet, quæ conuenienter copulata, linea non faciente angulum, dabunt, ea parte complementum arcus Capricorni desideratum.

Pari modo complebitur portio, quæ deest arcui Cancri I K L. Nam fixo clauulo in aliquo eius puncto L, Meridiani ope priùs inuento, alligetur filum G L; & deinde simul cum toto instrumento brachia conuertantur, donec ab altero ex illis, filum ita extensum tangatur; tunc verò fiat accuratissimè in puncto contactus, nota deletilis F, qua subinde filum è clauulo L solutum dirigente, signentur contactu fili in superficie horologij puncta necessaria siue in fornice, siue in pariete, siue etiam in obliquo margine fenestræ, quà superficies aliquando latior, & commoda patet; hoc enim modo describetur portio arcus Cancri L H, quæ deerat.

Notam deletilem dixi iam semel, & iterum; ne si post aliquot operationes, supersint plures indistinctæ huiusmodi notæ, confusionem ingenerent: quare peracta qualibet operatione, mox deleri suadeo.

Moneo insuper, brachia instrumenti, sic inuicem aptanda, & connectenda esse; vt in qualibet arcus designandi reuolutione, parietem minimè offendant, ne & ipsa non valeant residuam optati arcus portionem describere: & nihilominus versùs locum in quo designanda est ea portio, quàm maximè poterunt, se se porrigant, vt scilicet nota illa deletilis, siue F siue R

quàm

quàm maximo fieri licuerit, interuallo distet à centro G; sic namque tutior futura est operatio.

Quòd si aliquando non lacunæ arcuum implendæ proponantur, sed eorum singularia aliqua puncta (verbi gratia punctum aliquod arcus horarum 14, vel 10) denotanda in extremis remotissimis horologij partibus, ad quas conuerti nequeat Verticalis, siue Meridianus: tunc ea puncta notentur Verticalis, siue Meridiani adminiculo, in alia quauis parte horologij; & inde à Vicario hoc instrumento sollicitè, modo iam dicto, excepta, in remotas illas extremas horologij partes fidelissimè transferentur.

Propositio LIV.

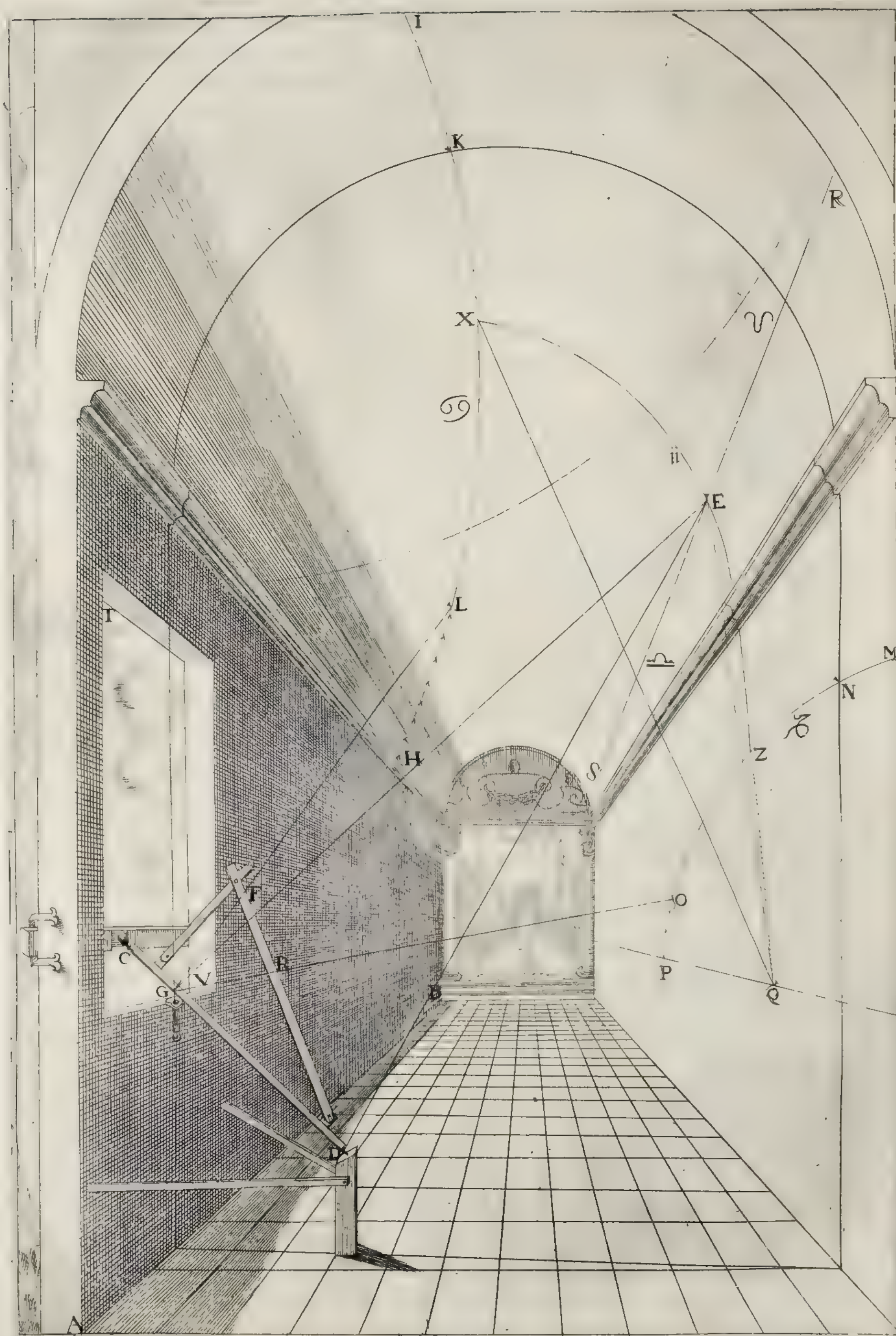
Dato centro cuiuscunque circuli in Sphæra maximi, & datis in eiusdem plano, duobus alijs punctis, vel etiam datis tribus quibuscunque punctis in eo plano, dummodo non in lineam rectam positis: formare organicè totum eiusdem circuli planum, ac eadem opera sectionem eius in superficie horologij delineare, instrumento simplicissimo fidelissimo.

Lineas horologij, quæ sunt sectiones circulorum maximorum in Sphæra, non perpendicularium ad Horizontem, vel Æquatorem; nulla Verticalis mobilis, aut etiam Meridiani, sed neque Vicariæ normæ opera designare potest; nisi fortè hæc ipsa instrumenta alijs atque alijs polis cuique circulo, siue lineæ designandæ conuenientibus adaptentur. Sed certè infinitus labor, & summè molestus foret, tot geminos polos statuere; quot diuersorum circulorum lineæ designandæ sunt; vt horarum ab ortu, itemque ab occasu, necnon Antiquarum, domiciliorum cœlestium, Signorum Zodiaci Ascendentium; & si quæ sunt aliæ.

Quapropter aliud quoddam artificij genus, huic tanto operi accommodatissimum ingeniosa modis omnibus Perspectiua suggessit, minimè quidem operosum, opera tamen & actu fidelissimum, vsu generalissimum, iuxta & facillimum, sine quo, ausim dicere, vix poterit horologium Catoptrico-Gnomonicum fideliter, vel integrè perfici, præsertim, vt communiter accidit, in magna aliqua subiectæ superficiei anomalia; quæ sicut nobiliores quaslibet cameras conuenienti Architecturæ opere exornat, ita Horographo negotium facessit difficillimum: quamuis reuera victricem eius artem, & ipsum iam constructum horologium, ad miraculi speciem commendet. Hoc verò artificium, apparatu tenuissimo statim parabile, sic se habet.

Duo fila tenuissima (quorum alterum in lineam rectam inter duo data

puncta


I
K
R
X
E
L
M
N
T
H
Z
O
C
F
V
R
G
P
Q
B
D
A

puncta immobiliter tenditur; alterum tertio etiam dato puncto, extrema vna sui parte illigatum, reliqua mobile est) ambulatorio continuo decussi, totam optati circuli planitiem, veluti pendulam exporrigunt; simulque eius cum superficie horologij sectionem communem delineant. Ego certè Verticalem ac Meridianum hactenus descripta instrumenta, solùm adhibeo ad puncta illa duo, præter centrum commune, inquirenda; ijs autem inuentis, lineas ipsas decussis huius mei ambulatorij fœlicissimo ductu designo. Opto nihilominus fila diuerso ab inuicem colore conspicua: vt pote alterum roseo dilutiore, alterum amaranthino saturo, & suffusco, vt in vsu atque opere lenis sine pressu amborum contactus faciliùs dignoscatur ex diuersitate coloris. Possent etiam assumi colore flauo alterum, alterum cæruleo, vel alijs pariter dissimilibus: non placet tamen album, quia concolor superficiei horologij oculum obseruatoris aliquando fallit; sed neque nigrum; quia vt plurimùm fragile propter acriorem causticam, vt credo, tincturæ temperiem; vt & dixi *in præfatione ad apparatum instrumentorum*. Sed iuuat practicè rem totam in exemplo clariùs exponere.

Proponatur designanda linea horæ 11 post mediam noctem. Principiò diligenter inuestiganda sunt tria aliqua puncta, quæ sint in plano circuli horæ dictæ vndecimæ: & quidem iam habemus centrum ipsius Sphæræ, videlicet locum speculi, cui accuratissimè adaptari iussi centrum vtriusque instrumenti, Verticalis scilicet, & Meridiani, atque etiam normæ Vicariæ, quam nunc si vis, mutilam ac sine brachijs, impone Meridiani organi cardinibus C, & D; vt nimirum pro centro Sphæræ, id est, pro vertice Gnomonis Catoptrici, ipsum nobis centrum G præbeat (posset æquè imponi cardinibus Verticalis, sed tunc pro centro exhiberet punctum H) Itaque punctum G, aliàs commune circulis omnibus in Sphæra maximis, erit nunc vnum è tribus desideratis punctis in plano circuli horæ 11: alterum esse poterit polus Antarcticus D; est enim polus Antarcticus in plano circuli dictæ horæ, cum omnes horarum Astronomicarum circuli per vtrunque mundi polum transeant: tertium denique punctum sit E in linea æquinoctiali R E S, distans ab ipsius & lineæ Meridianæ communi puncto R, gradibus quindecim; inuentum autem beneficio Meridiani mobilis *per* 48 *huius*.

Punctis his tribus sic assignatis; cardini D circumligatum curiosè filum altera parte etiam alligetur clauulo fixo in puncto E; ita vt validè intentum, lineam rectam efficiat D E, transeuntem non per latus sed per axem medium scapi tornatilis poli D (quod maximè attendendum) & per terminum decimiquinti gradus E, quod etiam addo, ne fortè ex incuria, filum lateri clauuli ita adhæreat, vt interuallo aliquo, licet exiguo absit à vero puncto E. Hoc autem filum voco Normale eo quòd instar regulæ sit, siue Normæ dirigentis ductum lineæ designandæ. Deinde aliud filum (quod ex antedictis voca Ductarium) committatur instrumenti Vicarij centro G,

&

& altera parte ſummis digitis apprehenſum extendatur versùs E, ac validè intentum (quò lineam rectam efficiat) adducatur vſque ad contactum ſuperficiei horologij ; ita tamen vt filum Normale D E ſimul tangat inter D & E (tangat dico non premat, ne fortè illud premendo incuruet, ac etiam ab eo viciſſim incuruetur ; ſicque à plano vtrunque recedat ; leniter ergo tangat, & quaſi delambat : quod in ſimilibus erit ſemper obſeruandum) hac enim lege, varia ſubinde poterunt deſignari puncta deleti là puncto E deſcendendo per Z vſque ad lineam Horizontalem in Q, ſi opus eſt: per hæc verò omnia puncta, ductu regulæ, extendenda eſt lineæ horariæ optatæ portio E Z Q : reliqua verò portio, quæ deeſt à parte Cancri, hoc modo etiam ipſa deſcribetur. Filum quòd priùs erat Ductarium alligetur clauulo E ; fiatque iam Normale G E ; è contra verò filum D E priùs Normale, fiat modo Ductarium, id eſt, manens vt antea religatum in D, ſoluatur à clauo E, & illa ſui parte iam mobile ducatur versùs X Normali interim G E dirigente (vt antea dictum eſt) motum eius : & ſic per varia interualla ſuperficiem horologij tangens, indicet contactu ipſo puncta, per quæ lineæ huius horariæ portio E X vſque ad ♋, deſignanda eſt, quæ cum altera priùs deſignata E Z integram horæ 11 lineam inter duos Tropicos compleat.

Poterat initio norma Vicaria inſeri polis Horizontis, tunc verò punctum illius H (de quo *prop.* 52) tenuiſſet locum centri Æquatoris, ſiue Sphæræ totius ; illique proinde committendum erat filum Ductarium.

Poterat etiam abſque illa commutatione Ductarij in Normale, & è contrà, inuento, vt mox dicetur puncto Q in Horizonte, vel alteri cuiuis ſimiliter inuento infigi clauulus, & clauulo filum aliud Ductarium alligari quod inde extenſum verſus E, portionem prædictam E X deſignaſſet, Normali D E vt priùs motum alterius, ſic nunc iſtius dirigente : quem agendi modum aliquando fœliciorem eſſe contingit ex varijs circumſtantijs quæ hìc in genere determinari minimè poſſunt. Poterat & abſque polo Antarctico D & conſequenter abſque Normali D E, eadem linea horaria deſignari ; ſi nimirum ex tabula arcuum horariorum in Horizonte (quam tradidi 2 *libro prop.* 35 & poſtea etiam recolam cum de horis Aſtronomicis deſignandis) punctum Q in Horizonte, beneficio Verticalis inſtrumenti *per prop.* 43 inuentum, ac determinatum fuiſſet ; ſic enim filum inter Q & E Normale extenſum dirigeret motum, & viam Ductarij è centro G emiſſi, & portionem Z E deſignantis ; cui mox ad regimen ſibi ſuccedenti, ſuccederet ad deſignationem alterius portionis E X, vt dictum eſt.

Denique datis tribus quibuſcunque punctis in plano alicuius circuli, dummodo non ſint in vna aliqua recta linea eius plani, atque etiam dummodo interuallo aliquo notabili ab inuicem diſtent, duplicis beneficio fili deſcribetur accuratiſſimè ſectio eiuſdem circuli in horologij ſuperficie, qualiſcunque ea fuerit ſuperficies, & quomodocunque diſpoſita.

De-

Demonstratio.

DVo fila per modum linearum se mutuò secantia in vno sunt plano *per 2 11 elem.* Deinde euidens est filum Normale vt D E *prop. praeced.* esse in plano circuli horæ 11; cùm, vt supponitur, in eo sint ipsamet data puncta D, & E: ac eadem ratione, euidens est filum Ductarium in eo similiter plano esse, saltem ea parte, qua Sphæræ centro G adhæret immobiliter. At certum est, reliquam illius partem ambulatoriam, ab eodem plano minimè recedere, cùm non recedat à tota linea D E, quæ in eo semper manet; alioqui duæ rectæ se inuicem secantes, iam non in vno essent plano; sed in pluribus *contra dictam 2 prop. 11*; vel pars lineæ rectæ esset in subiecto plano, & pars in sublimi, *contra primam eiusdem.*

Propositio LV.

Vsus instrumentorum Gnomonicus, solummodo in vniuersum per præcedentes propositiones explicatus, idem ad quamlibet particularem delineationem Catoptrico-Gnomonicam, atque etiam Optico-Gnomonicam, obseruata solùm debiti cuique situs diuersitate, transferendus est.

QVæ hactenus dicta sunt de vsu instrumentorum ad horographicam Catoptrico-Gnomonicam delineationem comparatorum; velut in genere, & quodammodo abstractè, dicta sunt; de industria tamen & quidem necessariò ea serie, præmissa: ne videlicet in ipsomet delineationis opere, cum singulis in particulari praxeon modis, diligentiùs exponendo, cogerer sæpius, nimirum ad quaslibet diuersorum generum lineas, molestè repetere quidquid illis in practica delineatione commune est; aut si ad aliquas id exprimerem, reticerem verò ad alias, solùmque monerem id ipsum repetendum esse ex prioribus, quoquo modo, confusionis labem obscuratisque non paruam descriptioni meæ conquirerem; vel nec sic effugerem incompositæ prolixitatis notam.

Itaque facilioris, ac longè breuioris methodi, aliàs non iniucundæ, ratio est quæ me permouit, vt propositiones illas de vsu Gnomonico instrumentorum generales præmitterem, ante particularem descriptionem horologij Catoptrico-Gnomonici: propositionibus enim illis tales quædam continentur regulæ, vt accommodari possint quibuslibet huiusmodi horologijs è quacunque Sphæra Catoptrica, siue Horizontali, siue Æquinoctiali &c. constent, solo immutato eorundem instrumentorum situ. Vnde cùm in particulari descripsero, & exposuero delineationem horologij Catoptrico-

Gnomonici è Sphæra Horizontali; pro reliquis similibus horologijs è quibuslibet alijs Catoptricis Sphæris, & in quibuscunque propositis superficiebus ad id idoneis, construendis; abunde sufficiet indicare quis pro quaque Sphæra situs tribui debeat instrumentis. Hoc quippe solum obseruandum est discrimen, cùm in reliquis similes omnino sint tum delineationes, tum delineationum modi.

Addo eorundem instrumentorum vsum hactenus traditum, locum etiã habere in horologijs Optico-Gnomonicis; sicut etiam, cùm de illis agerem, non semel monui: vnde & hunc ipsum vsum hìc vocaui solummodo Gnomonicum, vt ita generalem esse permitterem, & non ad sola Catoptrica horologia restringerem. Debet tamen etiam, in illorum horologiorum delineationibus, conueniens cuique instrumento situs attribui, qui videlicet est vnus semper atque idem, vt eorum centra pariter in vertice styli consistant: axis verò Meridiani mobilis, cum axe mundi, & similiter axis Verticalis mobilis cum axe Horizontis conueniat.

Propositio LVI.

Astrolabium Catoptrico-Gnomonicum, insigni magnitudine, & pari magnificentia in palatio Eminentiss. Cardinalis Spada, Domini sui ab Autore delineatum, in paradigma delineationis Catoptrico-Gnomonicæ in particulari explicatiùs tradendæ, meritò proponitur.

VNum è pluribus opus præclarum (quod nomine Astrolabij Catoptrico-Gnomonici, in palatio Eminentissimi Domini mei Cardinalis SPADA, digna tanti Principis magnificentia, picturis decoratum habet concamerata crytoporticus amplissima) in archetypum eximiæ delineationis Catoptrico-Gnomonicæ nobilissimum proponere animus prægestit; non equidem veluti commendaturus, id quod manus quondam mea delineauit, quamuis cæteroquin accuratissimè, successuque fœlicissimo delineauerit. Sed quia approbationem imò & commendationem inuenit talem, apud æquissimum quorumlibet artis, & ingenij operum æstimatorem, ac iudicem, vt is illud non infimi ornamenti loco ducat inter innumera alia ad amplissimarum suarum ædium siue cultum, siue apparatum, & pompam cumulatissimè conquisita, tum antiquitatis inclyta monimenta, tum huius æui insignia opera; in quibus & singulis, & simul omnibus conspicere est talem quandam siue artis, siue naturæ industria comparatam hinc elegantiæ, hinc maiestatis formam, vt totidem suo in genere, cæterorum quorumlibet exemplaria iure merito esse videantur, sic nempe decuit suas sacro purpurato Principi componi ædes, qui suauissima illa

morum

paries, ficto velut carb ... quod plurima



Prop. 56 ante pag. 391

morum grauitate, pariterque integritate commendatur velut iustitiæ, ac pietatis, virtutumque omnium exemplar absolutissimum. Neque verò solùm huic meo, seu potius dicam suo, Astrolabio electum ornatissimum in medijs penetralibus locum (vt dicere cæperam) placidus approbator concessit; verùm etiam (quod maximum est honestandi genus) elegantissimos cultissimæ suæ Camænæ versus, magnificus laudator appendit: nimirum perraro totius æui exemplo, solidissimum illud, & sacra maiestate reuerendum caput, altioris suæ cogitatiorisque sapientiæ sensus, adyta, inquam, cordatissimæ rationis, & prudentissimorum consiliorum penetralia; Necnon elimatam illam suam recoctamque Mineruam, hoc est expressam diuinarum rerum, & humanarum cognitionem, arguta adeo, & concinna, doctaque poetica condiuit; vt, si quando induxerit animum, post tot tamque innumeris sacris conuentibus peracta negotia, ingentes pro toto Orbe Christiano susceptas curas, pulsata paululùm Apollinea cheli mulcere, nullum vnquam suauius, nullum elegantius carmen toto Helicone cecinerint Musæ. Intererat sine dubio plurimum recentis huius mei partus, vt vnde suos ille spiritus hausit suauiores, & suæ etiam accepit lucis ornamenta præstantiora, indidem expectaret patrocinij beneficium. Nec sanè poterat, in clientela, vti meliore fortuna; quàm vt ea se se illi vltro offerat leuana manus, quæ conceptui præfuit; opem simul præbens, & opes; excipiens trepidulum, ac fouens solita sua benignitate; atque etiam proferens præclara munificentia in publicam lucem.

Propositio LVII.

Supradicti palatij Spadani cryptoporticus nobilissima interior, depictumque inibi Astrolabium Catoptrico-Gnomonicum scenographicè exprimitur.

PRospice mi Lector commemoratam superiùs à me Spadani palatij cryptoporticum, priùs quidem varijs egregijs picturis conspicuam; nunc insuper Astrolabio claram, prout eam his lineis pictor adumbrare potuit. Hæc è basilica ad ædes interiores ducit longa palmos 100, lata 20, alta verò 30; duplici autem ad dexteram ordine fenestrarum copiosum Solis lumen directè excipit ab ea parte, quæ inter ortum & meridiem est. Media ordinis superioris fenestra, sola palmari luce patens, cæterùm occlusa, substratum habet crystalinum speculum planum, cuius repercussu datur Soli fornices inaccessos posse & adire, & obire; necnon statis diurni, menstrui, annuique curriculi metis, cœlestes labores suos, curioso cuiuis obseruanti ostendere.

Totus quantùm longè tenditur fornix, & sinister vsque ad coronicem paries, ficto velut carbaseo candidissimo velo integitur, quod plurima

flexuosa, & inter se remeabili purpura prætextum expandere, magnoque conatu sustentare videntur Alites pueruli, varijs per ambitum locis aptè dispositi. Eo in velo cernitur delineatus Astrolabij contextus implicatissimo, bellè tamen definito linearum ductu, vt *sequenti propositione* reserabitur: ipsum autem velum, ob tabellæ istius angustias, non expressit sculptor; sicut prætermisit puerulos, prætereaque elegantissimas duas, in vtroque anguli recessu (quà vacuus erat locus extra collectos defluentis veli sinus) in fornice concinnatas picturas, quarum altera fingitur conuenisse Perspectiuam vnàque Astronomiam, & cum Cosmographia Geometriam, deque construendo Astrolabio collatis sententijs agere; altera verò constructi iam Astrolabij specimē à Mercurio in cœlum deferri, cætu Deorum suscipiente, ac mirante tam præclari inuenti nouitatem; Ioue, vt aliàs apud Claudianum, contestante. *Iam meus in fragili luditur Orbe labor*. Non potuit etiam tabella hæc ænea adeo exigua lineas omnes Astrolabij simul capere; quapropter ad vitandam confusionem multitudinis, præcipuæ sunt exaratæ, reliquæ numero longè maiori sunt prætermissæ.

Inter fenestras supra coronicem, in L, L, &c. plurimæ pendent sinuosis circumimplexæ voluminibus schedæ, in quibus descripti sunt versus mox *prop.* 59 referendi.

Ordo inferior sub coronice, quæ totam cingit cryptoporticum, varijs eximiè pictis tabellis, vtrinque fulget, exhibetque insuper conuenienti loco ad primum ingressum dextra, læuaque dispositas geminas schedas, quæ breui contextu verborum, totius Astrolabij partim rationem, partim vsum explicant: sed & istis aliæ duæ ex aduerso respondent in P atque in O; quarum prima canonem habet dominij planetarum ad singulas eorum horas in totam hebdomadam distributum; simulque modum eo vtendi: altera verò instrumentum continet; quo, sicut vulgari Noctilabio, nocturna Solis hora Astron. per obseruatam prius in Astrolabio similem horam Lunæ cognoscitur.

Propositio LVIII.

Eiusdem Astrolabij multiplex linearis contextus, eiusque vsus varij explicantur.

ASTROLABIUM Catoptrico-Gnomonicum voco Sphæræ Catoptricæ imaginem ex ea ipsa circulorum (quæ in eadem Sphæra est) dispositione in interiorem cameræ superficiem profusis per centrum (vt *prop.* 16 & 18 *lib.* 1 dictum est) radijs consignatam: cuius ope, & radij, præsertim solaris, in eam reflexi indicio, non modò Solis, sed etiam aliorum siderum in cœlo motus cognosci possunt. Equidem cernitur in ænea tabella imago huiusmodi vtcunque expressa *propositione præcedenti*, hic verò legitur quid quæque exaratæ in ea lineæ significent; quemue habeant vsum.

1 Lineæ

1. Lineæ 7, quibus appicti characteres 12 Signorum Zodiaci, referunt circulos totidem, quos in cœlo deſcribunt motu diurno, eorundem Signorum initia; atque etiam Sol, aliuſue planeta, in ijſdem ſuo tempore exiſtens. Inſuper alij tres, his modò dictis ſimiles arcus in eadem tabella viſuntur; quorum quidem vnus I K, vt ex appoſita ſcheda patet, eſt arcus diurnus horarum ſex: reliqui verò duo hinc inde videlicet F E, G H, maximam Lunæ declinationem tum borealem, tum auſtralem oſtendunt.

2. Lineæ 10, frequentibus, ad diſtinctionem, notatæ punctulis horas à media nocte, vel à meridie, ſecundùm aſcriptos numeros indicant; & in eis Meridiana eſt C D.

3 Lineæ 14, catenularum ſpecie à cæteris diſcretæ, horas totidem ab occaſu demonſtrant.

4. Linea Horizontalis eſt Q R, ex æquo ad libellam reſpondens plano ſpeculo horizontaliter ſtrato in feneſtella A.

Plura, quàm quæ enumeraui linearum genera, capere non potuit tabella hæc anguſtior; nulla tamen ipſi Aſtrolabio deſunt eorum, quæ inferiùs referam *prop.* 60, alijſque deinceps commemorabo, cùm delineandi leges tradam. Interea verò rem gratam Lectori me facturum exiſtimaui; ſi aliquos, ſaltem præcipuos, Aſtrolabij noſtri vſus breuiter hic exponerem; pro data occaſione.

Primò itaque locum Solis in Zodiaco, ſolaris ipſe radius B oſtendit, in Signorum quidem initijs dum eorum arcus diurno tramite continuo percurrit nuſquam deflectens (ſola ſecluſa ea declinatione, quam interim motu ſuo in Ecliptica Sol ipſe acquirit, vt aliàs dicetur, cùm de eorum arcuum delineatione *prop.* 63) extrà verò Signorum initia, cuiuſlibet gradũ, quem poſſidet, diſtincte Sol reflexus oſtendit ſingulis horis Aſtronomicis, in his enim ex præſcripto *eiuſdem prop.* notata ſunt puncta, per quæ ſingulorum Eclipticæ graduum paralleli incedunt. Facto autem ſæpius experimento, & accurata collatione, compertum eſt miro ad minuta vſque conſenſu, eundem reflexo radio gradum Zodiaci, vt dictum eſt, in Aſtrolabio demonſtrari, quem optimæ Ephemeridum tabulæ continebant.

2. In circulo Almucantarath, quem reflexus radius tetigerit, agnoſcitur Solis eleuatio ſupra Horizontem; ſicut in Azimutho, diſtantia à Meridiano; & in vtroque ſimul, verus locus ipſius Solis reſpectu noſtri hemiſphærij.

3. In horarum æqualium tribus generibus, videlicet Aſtron. Babylonic. Italic. cernitur quot è 24 elapſæ iam ſint partes diei, & quot ſuperſint, tum à media nocte ad meridiem, tum à meridie ad mediam noctem ſequentem, idque in Aſtronomicis: at in Babylonicis, & Italicis ſimul, quot à Solis exortu præterierint, quot ad occaſum ſuperſint.

4. In horis primi generis Inæqualibus (quæ ſcilicet diem ab ortu Solis in occaſum, in partes 12 æquales diuidunt) demonſtrat Sol reflexus, quot ſint ex illis iam actæ, quotue ſuperent.

5. In horis ſecundi generis Inæqualibus, æqualium Eclipticæ partium aſcenſiones agnoſcuntur indicio radij, ſuo tempore, tangentis aliquam ex illis. Agnoſcitur etiam qui gradus Eclipticæ ad quaſlibet Aſtrolabij lineas, ſeu circulos Sphæræ cœleſtis ab eis repræſentatos peruenerint.

6. Vt Aſtronomis placet, in horis, ſeu primi ſeu ſecundi generis (de quo non planè conſentiunt) Inæqualibus, indicat radius reflexus, quis eo tempore planeta vices obeat dominij ſui. Sed huius rei fides eſto penes autores.

7. In lineis aſcendentium Signorum agnoſcitur non ſolùm vſu communi, quod in Horizonte ortiuo, & quod in occiduo Signum exiſtat; ſed etiam ex dicendis *prop.* 74, quæ ſtella inſignior, vel quis planeta oriatur.

8. In Meridianis regionum, ſeu circulis Longitudinum, indicante radio, inuenitur, quæ cuilibet loco ſit hora à media nocte, vel à meridie.

9. In parallelis regionum, ſeu circulis Latitudinum, perſpicitur, quibus locis dum Sol eſt in meridie; ſit quoque in vertice, ſeu Zenith.

10. In lineis domorum cæleſtium agnoſcitur, qua in domo verſetur tum Sol ex vſu communi, tum quælibet ſtella inſignior (in Aſtrolabio deſcripta) atque etiam quiuis planeta (cuius locus in Zodiaco notus ſit) ex vſu peculiari horarum Inæqualium ſecundi generis, iuxta dicta paulò antè num. 5; ita vt quouis dato temporis momento, lucente in Aſtrolabio Sole, ſex omnino domus, quæ ſupra Horizontem ſunt, abſque alia vlla opera, conſtructæ in ipſo Aſtrolabio legi poſſint; reliquæ autem ſex, quæ ſub Horizonte latent, nullo negotio ex illis poſſunt conſtrui.

11. Quidquid pro motu Solis & loco, demonſtrat interdiu ſolaris radius; idem pro Lunæ motu, & loco ſimiliter, noctu oſtendit radius lunaris pari modo reflexus: imò hic plurima ad Solis, atque etiam aliorum planetarum, & ſtellarum fixarum motum pertinentia indicare poteſt, ſi ſolùm agnoſcatur Lunæ à Sole diſtantia in Signis Zodiaci.

12. Si, vt fieri ſolet, per tuboſpicillum intra cameram occluſam relicto ſolùm in feneſtra foramine, vel alio modo, diligenter obſeruetur principium eclipſis Solis, pariterque finis; tempus vtriuſque fideliſſimè demonſtrabit reflexus tunc in Aſtrolabio radius eiuſdem Solis: idem ſuo modo dicendum de lunari defectu. Vtrunque verò ſæpe expertus ipſe ſum.

Et hæc quidem aliaque permulta (quæ nunc ſtudio breuitatis omitte) Sol ipſe præſens, aut Luna, reflexè in Aſtrolabio demonſtrant: ſunt autem longè plurima, quæ vtroque etiam abſente, in eodem Aſtrolabio cognoſci facilè poſſunt; atque vt aliqua referam.

1. Quantitas diei tum ſolaris, tum lunaris, tum ſtellarum &c. inuenitur in arcubus diurnis; necnon quantitas noctis ex eorundem arcuum complemento cognoſcitur; vel aliter, quantitas quidem diei, cognito inter horas ab ortu, puncto occaſus; quantitas verò noctis, cognito puncto ortus inter horas ab occaſu. Eodem modo inuenitur tempus ortus, atque occaſus Solis, cognito ſolùm loco eius in Zodiaco; & alia huiuſmodi.

2. Ope

2. Ope huius etiam Aſtrolabij (imò ob inſignem eius magnitudinem, longè certiùs, quàm ope vulgaris Aſtrolabij aliàs à me commemorati) componi optimè poſſunt tabulæ eleuationũ Solis ad ſingulas horas tum Aſtronomicas, tum Italicas &c. quod ſæpe magnam habent vtilitatem.

Alios poſſem hic ſubtexere huiuſmodi vſus Aſtrolabij Catoptrico-Gnom. ſed eos, me reticente, facilè inuenient qui in iſtis vel mediocriter exercitati fuerint. Itaque ad alia propero.

Propoſitio LIX.

Elegantiſsimi, ad commendationem ſupradicti Aſtrolabij, verſus, in appenſis eidem tabellis ornatijs deſcripti, referuntur.

PRimum Epigramma (deſcriptum in tabella M) ipſe Eminentiſſimus Dominus Cardinalis ſcripſit, more ſuo elegantiſſimè, & quidem tam appoſitè; vt rem explicatu difficillimam, clariſſimè paucis verſibus mira concinnitate complexus, non minùs lepidè, & acutè concluſerit.

Ratio noui horologij Solaris.

Excipiens Auſtrum, modico ſe pandit hiatu,
Et vix admittit parua feneſtra diem.
E Cælo Sol ipſe ruens, in limine ſiſtit:
Ad loca nec defert interiora iubar.
Si tamen extremo ſternas in margine vitrum;
Quos recipit radios in laqueare iacit.
Orbiculare vitrum radios quoque vibrat in orbem;
Vt micet in tecto ſicut in Axe globus.
Linea crebra tholum varias partitur in horas;
Quam globus IRRADIAT computat hora diem.
Ferreus hinc Gnomon, & ferrea pellitur vmbra;
AVREA pro ferro tempora mundus habet.

CÆtera deinceps Epigrammata, tum in laudem eiuſdem Eminentiſſimi, tum in præclari, ac noui operis Catoptrico-Gnomonici commendationem R. P. Gulielmus du Plantè noſtri Ordinis Theologus, & ſacri verbi concionator, idemque de re poetica benemeritus, compoſuit; & primum quidem hic ſubiectum legitur in ſcheda N; reliqua verò in ſchedis L, L, &c.

Sol

Sol de ſpeculo horoſcopo conqueritur.

Vile oculis ſpeculum; fragilis, labor improbe, vitri;
Vnde tibi ſurgit nouus hic temerarius auſus,
Vt vultum, radioſque meos, licet igne micantes
Reddere, meque Polo deductum addicere terræ,
Claudereque anguſti tentes ſub fornice tecti?

Speculum Soli.

Auree Sol, tu cuncta tuo qui lumine luſtras,
Num quoque legiſti deſcriptum adamante, ſupremi
Hoc Iouis edictum SAPIENS DOMINABITVR ASTRIS?
Hinc igitur SAPIENS PRINCEPS, idemque Senatus
Purpurei lux clara, ſuas te accerſit ad ædes;
Hinc manus & MAGNI SAPIENS me induſtria cogit
ASTRONOMI, tanti votis ſeruire Patroni.
Et nos ergo σόφοις *par eſt parere duobus.*

Aliud.

Si quid in Orbe nouum, ſi quid ſit in Vrbe vetuſtum,
Huius in hac ſpecimen, nobile cerne domo.
Dum diuerſa aliјs miranda videbis in aulis;
O quales, dices, Orbis & Vrbis opes!
Hic vbi diuerſas Sol ipſe videbitur horas,
Et ſignare ſuam luce vibrante viam:
Dic age, quis potuit Solem deducere cœlo?
O quale eſt iſtud mentis & artis opus!

Aliud.

Sol vbi cæleſtes orbes, & ſidera cœli
Vidit in hoc docta fornice picta manu:
Inſolitum miratus opus ſubriſit, et inquit,
Ecce duplex mihi nunc eſt ineunda via.
Altera cœleſtis per nota palatia Regis
Altera Purpurei per noua tecta Patris.
Nec renuo; ſed vterque placet labor: ite iugales;
Quaque die gratum ſpargite vtrinque iubar.

Aliud.

Roma fruens olim, ſed iam ſpoliata tot amplis
Porticibus, damnis nil moueare tuis;
Pulchrius hic aliquid, quod & Vrbs miretur et Orbis
Exhibet iſta ſuo porticus vna tholo.

Aliud.

Hinc ſtylus omnis abeſt, vmbræ venator, et horæ;
O mirum! radius Solis vtrunque facit.

Aliud.

Aemula naturæ manus hìc depingere cælos
Tentauit, Solem pingere non potuit.
Ne tamen incæpto deſit Sol ipſe labori
Seque ſuumque ſuo lumine pingit iter.

Aliud.

Ars vetus in paruo deſcripſit ſidera vitro;
Hìc tibi per vitrum Sol patet arte noua.
Cætera ſed quantùm Sol ſidera lumine vincit,
Ars vetus in tantùm vincitur arte noua.

Propoſitio LX.

Præmittuntur aliquæ præceptiones quibus, in prædicti horologij, ſeu Aſtrolabij Catoptrico-Gnomonici delineatione obſeruatis, errores faciliùs vitentur, & procuretur operis concinnitas.

HAc propoſitione id ſolùm ago, vt Tyronem Horographum præmoneam in particulari tum eorum, quæ ad futuri totius operis venuſtatem atque elegantiam pertinent; tum præcipuè eorum, quæ ſpectant ad peculiares cautiones adhibendas,& commodiora, tutioraque operationum captanda compendia; quorum quidem notitiam (vt & in omnibus artibus contingit) longo vſu, & plurima experientia ſolùm comparari poſſe conſtat: hæc verò de quibus nunc ſpecialiter agendum eſt,conſiſtunt præcipuè in quodam ordine, quo quælibet diuerſi generis lineæ ſunt, aliæ

poſt

post alias, designandæ; nam cautiones illas, quas singulæ in suo genere lineæ postulant adhiberi, sigillatim proprijs locis insinuaui, vel deinceps insinuabo. Nunc verò quia de vno ex omnibus simul lineis accuratè, pariterque eleganter contexendo Astrolabio agitur, solùm interest quæ primo loco, quæ secundo sint designandæ; item quousque producendæ; vbi terminandæ; quo colore pingendæ; & similia, quæ potius vniuersum omnium simul linearum contextum, quàm ipsas singulares lineas respiciunt.

Primo itaque loco, superficies in qua delineandum est horologium sollicitè præparetur, videlicet parietis, ex vtraque parte fenestræ, intus extenta latera (si fortè radijs solaribus reflexis angustiorem, quam par sit, aditum præbeant) obliquè incidantur, vt latiùs pateant; similiter incidantur ea, quæ foras protenduntur, si directis radijs officiant; vt dictum est *prop.* 34, *paulò post medium*. His verò peractis gypso inducto, & perbenè læuigato, pariter oblinantur tum parietes tum fornices; ac deinde curiosè imbuantur cerussa optima, modico admixto glutine temperata, vt adhærescat quidem exsiccata, sed non in crustulas abeat.

2. Speculum in fenestra loco electo coaptetur *per propos.* 35.

3. Linea Meridiana accuratissimè designetur *per* 36.

4. Verticalis mobilis, vt vocaui, siue organum mobile referens quemlibet Verticalem circulum, in debito situ collocetur *per* 40.

5. Filum tenuissimum in centro dicti instrumenti colligatum extendatur tum versùs obiectos parietes, tum versùs cameræ testitudinem; extendatur, inquam, tali modo, vt continuo ductu radat mox huius, mox illius, in vtroque latere fenestræ, intus obliquè protensi parietis angulum extremum: & eodem ductu plurima in dictis obiectis parietibus, atque testudine, ad contactum sic extensi fili, puncta frequenter notentur; perque ea geminæ lineæ designentur, veluti limites, ac termini; quibus tota futura delineatio, vltra dictum vtrunque fenestræ latus producenda, hinc & inde clauditur. Cùm enim radius solaris reflexus peruenire nequeat nisi ad eas solùm partes, ad quas filum ita ductum deueniet; frustra omnino extra eos limites lineæ horologij extenderentur; erit verò res visu periucunda; nam quando solaris radius eos terminos pertigerit, incipiet statim illustrare latus protensum fenestræ, eandemque lineam prosequetur, verbi gratia, Æquinoctialem, aut quemlibet eius parallelum (prout contigerit) velut vno ductu, in vna minimè interrupta superficie designatum, nihil prorsus hac in parte incommodi afferente eo recessu, quo execti ad fenestræ latera, parietis superficies ab alterius oppositi parietis, vel etiam testudinis superficie discernitur.

6. Linea Horizontalis, & circuli Almucantarath, necnon circuli Verticales describantur, vt dicetur *prop.* 61, & 62: & pariter ad limites *precedenti numero* 5 præscriptos terminentur; ita tamen vt in superficie execti parietis, in vtroque latere fenestræ, pariter designentur, & quidem circuli Verticales in communi Verticis, seu Zenith puncto, inuicem concurrant;

rant, inde verò vſque ad lineam Horizontalem protendantur.

7. Inſtrumentum Meridiani mobilis in debito ſitu collocetur *per prop.* 37, & an legitimus ſit eius ſitus, diligentius comprobetur *per* 38; & hoc facto, protinus, aut certè non multo tempore poſt, deſcribantur, organo ſic debitè collocato, lineæ de quibus *ſequenti numero* 8, *& deinceps vſque ad* 12; ne ſi in dies operatio nimium differatur, polis interim infœlici aliquo euentu non ſatis perſpecto, fortè emotis, vitium in lineas totius horologij præcipuas deriuetur.

8. Linea Æquinoctialis, & paralleli Signorum deſcribantur, vt dicetur *prop.* 63; ſimiliterque duo Tropici Lunæ, vt dicetur *prop.* 64. Atque hæ omnes lineæ (vt dictum eſt *numero* 6, de Verticalibus & Almucantarath) in vtroque etiam latere feneſtræ deſignetur; ſed vltra limites *num.* 5 præſcriptos non extendantur; quod etiam de reliquis omnibus lineis poſtmodum deſignandis intelligendum eſt.

9. Horæ Aſtronomicæ vt dicetur *propoſ.* 65; deſcribantur terminenturque tum ad *numeri* 5 limites, tum ad Lunæ Tropicos *præcedenti num.* 8 deſcriptos.

10. Arcus diurni horarum 14, & 10, deſcribantur, vel potiùs ſola eorum puncta in horis Aſtronomicis notentur, vt dicetur *prop.* 66.

11 Horæ ab occaſu atque ab ortu deſcribantur, vt dicetur *propoſ.* 67; terminenturque tum ad limites *numeri* 5, tum ad Lunæ Tropicos *numeri* 8.

12. Puncta horarum Inæqualium notentur in arcu diurno Cancri, ſimiliterque in arcu Capricorni; & deſcribatur, diuidaturque conuenienti diuiſione arcus diurnus horarum ſex, ac deſignentur dictarum horarum lineæ, vt dicetur *prop.* 68; ac terminentur ex vna quidem parte, ad dictum arcum horarum ſex integrè deſignato & depicto, ex altera verò tum ad antea dictos limites *numeri* 5, tum ad Lunæ Tropicum borealem.

13. Deſignentur, vt dicetur *prop.* 69, lineæ Signorum aſcendentium, terminandæ ad limites *numeri* 5.

14. Deſignentur lineæ earum horarum Inæqualium, quæ per quindenos aſcendentis Eclipticæ gradus numerantur, ſiue Planetariarum, vt dicetur *prop.* 70: hæ autem Tropicos Cancri, & Capricorni excedere nequeunt, ſicut nec lineæ Signorum Aſcendentium, cæteroqui terminandæ ad ſolitos *numeri* 5 limites.

15. Deſignentur lineæ domorum cœleſtium, vt dicetur *prop.* 71: ſed hæ ex parte auſtrali horologij communem terminum quemadmodum, & communem ſectionem habeant in concurſu lineæ Horizontalis, & Meridianæ; ex parte verò ſeptentrionali, terminentur ad Lunæ Tropicum ſeptentrionalem.

16. Circuli Latitudinum, ſeu paralleli ciuitatum, aut ſimilium locorum, de quibus agetur *prop.* 72, non deſignentur integri; propter linearum in horologio nimiam multitudinem vitandum; ſed tantummodo ſin-

gulorum

gulorum declinationes, punctis impressis notentur in ambobus horariarum linearum terminis de quibus *numero* 5 actum est. Cætera fiant vt *proposit.* 72 dicetur.

17. Circuli Longitudinum non integri designandi sunt; sed punctis solummodo in alterutro lunari Tropico notatis, distinguendi, vt dicetur *proposit.* 73.

18. Lineæ ascendentium insigniorum stellarum designari quidem possent, vt dicetur *prop.* 74. Sed sufficient lineæ duodecim pro Signorum initijs ascendentibus describendæ *prop.* 69; illis enim cùm solaris radius in ipsas ceciderit, facilè cognoscetur (ex dicendis *eadem prop.* 69) non solùm Eclipticæ, sed etiam totius cœli dispositio, præsertim si separatim descripta fuerit tabula indicans Signa, eorumque gradus, cum quibus supra talem Horizontem obliquum singulæ stellæ ascendunt; vel aliter, indicans quot horis aut minutis horæ, post Signorum initia, oriantur quælibet stellæ insigniores; hac quippe data tabula Solis radius indicans, initium Tauri, verbi gratia, ascendere, indicabit etiam (eius tabulæ beneficio) quæ stella tunc oriatur, vel paulò pòst oritura sit.

19. Quælibet lineæ referentes in horologio diuersos specie circulos, diuersis coloribus depingendæ sunt: sit verò huiusmodi colorum diuersitas, quantùm fieri poterit, valde sensibilis; ita vt oculus discrimen statim notet, quod si defuerint colores ita sensibiliter distincti (vt reuera desunt) tot linearum diuersis generibus debitè distinguendis, adhibeatur ista cautio; vt lineæ, quarum fuerit vnius idemque color, vel quarum fuerint duo, sed parum ab inuicem discreti, & ferè in vnum confusi; illæ, inquam, lineæ interpingantur colore valde diuerso: vt enim dicturus sum *sequentibus propositionibus*, in lineis quamplurimis puncta aliarum linearum, quæ vt sic dicam latent, notanda sunt; vt in lineis horarum Astronomicarum puncta parallelorum, referentia gradus Eclipticæ iuxta singulorum declinationes ab Æquatore; vt & vicissim in Æquatore, ac parallelis eius omnibus, distinguenda sunt puncta, quæ referant quindecim gradus, quos singulæ horæ Astronomicæ continent; ita in Verticalibus, & Almucantarath &c. Nunc autem dico ista puncta ad facilius linearum discrimen, pingenda esse diuerso ab ipsis lineis colore: hoc enim modo colores, licet non ita multi sint valde sensibiliter distincti; tamen facta ea combinatione, qua lineæ ipsi color vnus, & punctis eiusdem lineæ color alius adhibetur, distinctionem optatam in omnibus lineis efficient. Cætera ad hoc pertinentia relinquo industriæ Horographi.

20. Cuilibet lineę numerus conueniens eodem quo ipsa colore appingatur conuenienti loco; ita vt iuxta eam, & longè ab alijs quibuscunque, sit numerus; quod autem dico de numeris, dicendum de Signorum characteribus pingendis prope lineas, quę eorum exortus ostendunt: quia vero longę admodum sunt lineę; optimum erit conuenientes dictos numeros, aut characteres eisdem appingere duobus, tribusue locis.

21. Iuxta

21. Iuxta arcus Signorum loco conuenienti, vbi latior patet area lineis vacua, depingenda ſunt eleganti naturali forma ipſa Signa; debitoque ordine collocanda: cùm enim ſinguli huiuſmodi arcus, (præter duos Tropicos) duorum Signorum initijs ſeruiant; conuenit in vna horologij parte, ordinatè diſponi ſex illa Signa, quæ in ſemicirculo Eclipticæ, quem vocant aſcendentem, continentur, id eſt ♑, ♒, ♓, ♈, ♉, ♊, in altera verò parte ea, quæ in ſemicirculo deſcendente ſunt, videlicet ♋, ♌, ♍, ♎, ♏, ♐. Præterea ſic agatur, vt (quantùm fieri poterit) dictæ Signorum effigies gemina ſerie, hinc & inde, paribus interuallis diſpoſitæ, ad totius operis venuſtatem aptè ſibi reſpondeant.

22. Variæ oportunis locis tum intra ipſos limites (quibus totus linearum contextus continetur) vbi locus vacat; tum extra; tabellæ appendantur, vel quaſi appenſæ forent ad ampliorem ornatum quadrata vel ouali, aut alia ad placitum eleganti forma, implicatis varia arte ſchedarum voluminibus, pingantur, & in ijs ſummatim deſcribantur ea, quæ potiſſimum viſa fuerint neceſſaria ad integrum delineationis opus declarandum, vel ad difficiliores quarundam linearum vſus explicandos, vel ad quaſlibet lineas in proprio genere ab alijs diuerſi generis lineis diſtinguendas, tum ex colore tum ex alijs appoſitis notis: Et alia huiuſmodi vt factitatum vides *propoſ.* 58. Cætera ad ſolum ornatum pertinentia arbitrio & magnificentiæ ipſius Mecœnatis permitto.

Horologij Catoptrico-Gnomonici è Sphæra Catoptrica Horizontali delineatio practica, ex antea generaliter traditis inſtrumentorum ad hoc comparatorum vſibus.

Propoſitio LXI.

Lineam Horizontalem, ipſoſque Horizonti parallelos circulos, quos vocant Almucantarath, in prædicto horologio Catoptrico-Gnomonico deſignare.

VErticalem mobilem impone cardinibus Catoptricæ Horizontali Sphæræ conuenientibus, *per propoſ.* 40; deinde per quindenos, vel denos vel etiam quinos quoſque eiuſdem organi gradus, filum è centro eductum tenuiſſimum, validè intentum, ſimul cum ipſomet organo ad omnes horologij partes circum vndique conuerte *per prop.* 42; & hoc modo deſignabis optatos arcus parallelorum Horizontis, reſpondentes gradibus Verticalium quindenis, vel denis, ſiue quinis, prout optaueris: ac demum ſimili opera lineam Horizontalem deſcribes *per prop.* 41.

Propositio LXII.

Circulos Verticales in eodem horologio Catoptrico-Gnomonico describere.

HOrum circulorum communis diameter eſt axis Horizontis ad ipſum Zenith terminatus, cui etiam cardines iam aptati ſunt Verticalis noſtri mobilis pro hac Sphæra Catoptrica Horizontali; ijs itaque cardinibus Verticalem mobilem impone; & *per propoſit.* 43 deſigna in linea Horizontali, gradus omnes Horizontis, eiſque numeros adijce, incipiendo à Verticali primario, tum à parte orientis, tum à parte occidentis, versùs lineam Meridianam; porro gradus illos ſeu punctis, ſeu lineolis interſecantibus denotabis. Deinde per quinos huiuſmodi gradus lineas integras Verticales ſurſum, vſque ad Zenith, deduces *per prop.* 44; vel commodiùs, & fortè certiùs, *per* 54: habes enim pro omnibus huiuſmodi lineis communia duo puncta, videlicet centrum Sphæræ, ſiue locum ſpeculi, & punctum Zenith; pro ſingulis autem peculiare punctum vnum in Horizonte videlicet quintum quenque gradum Horizontis. Filum itaque Normale extendes à puncto Zenith ad prædicta graduum Horizontis puncta, filum verò Ductarium cõmittes centro Sphæræ. Vt in figura *prop.* 44 ad Verticalis 60 HSRG, deſignationem, filum Ductarium eſt BR, Normale vero HA, vel HE; cùm poſſit in axe Horizontis ſumi pro Zenith non ſolùm A, ſed etiam quoduis aliud punctum, vt E, à centro B remotius. Hoc eodem modo in ſingulis arcubus priùs deſcriptis parallelorum Horizontis, diſtingues gradus reſpondentes gradibus Horizontis quemadmodum & in ſingulis deſcriptis Verticalium lineis, opto diſtingui gradus omnes ipſorum Almucantarath; quod quidem expeditiſſimè fiet *per prop.* 45: hæc porro ſingulorum graduum diſtinctio in lineis Verticalibus, & in arcubus Almucantarath, vtiliſſima futura eſt; & tamen incommodi nihil ſecum affert.

Propositio LXIII.

Arcus Signorum Zodiaci, vnà cum linea Æquinoctiali in prædicto horologio Catoptrico-Gnomonico deſignare.

IN organo Meridiano, *prop.* 28, diſtincti ſunt ſinguli gradus Signorum Zodiaci, ſecundùm eorum declinationes ab Æquinoctiali. Ideo verò ſic diſtincti ſunt, vt eorum ope, & fili tenuiſſimi rectilinei ſimul cum eis circumducti adminiculo deſignentur lineæ, quæ in horologio referant parallelos Æquatori circulos per initia Signorum, vel per quoſlibet eorum gradus in Ecliptica tranſeuntes. Si ergo deſideres ſolummodo arcus reſpondentes initijs Signorum circumduc filum cum ipſiſmet Signorum initijs

tijs

tijs in instrumento notatis; si verò desideres arcus respondentes denis, vel quindenis gradibus; similiter circumduc filum cum illis ijsdem gradibus. Itaque in praxi organum Meridianum impone cardinibus seu polis ipsi in Catoptrica Horiz. Sphæra conuenientibus *per prop.* 37, dispositis, & *per* 38; confirmatis ad eleuationem polarem Romanam, quæ est grad. 41 min. 56; & sic mira facilitate ductuque fidelissimo lineam Æquinoctialem designabis *per prop.* 46: arcus verò reliquos Æquatoris parallelos qualescunque, & quotcunque optaueris, æquè fœliciter describes *per prop.* 47.

Monitum.

AD linearum nimiam multitudinem, & confusionem inde consequentem, euitandam, sufficiet integros arcus ducere eos, qui Signorum initijs respondent: prorsus tamen opto, vt in lineis horarum Astronomicarum, vel etiam aliarum, distinguantur gradus singuli Signorum; id enim confusionem parere nullam potest, & vtilitates habet plurimas & maximas: imò, quia postea, videlicet *prop.* 70, horas Inæquales, non communes illas; sed eas, quæ secundùm quindenos ascendentis Zodiaci gradus numerantur, in meo hoc horologio describam; necesse est Signorum arcus integros ducere non solùm eos, qui principijs, sed etiam eos, qui decimo quinto cuiuslibet Signi gradui respondent.

Propositio LXIIII.

Tropicos Lunæ, seu parallelos maximæ declinationis illius, in eodem horologio Catoptrico-Gnomonico describere.

EAdem lege, qua Signorum arcus, designandi sunt duo paralleli maximæ declinationis Lunæ, quos ad similitudinem parallelorum maximæ declinationis Solis voco Tropicos Lunæ. Est autem Lunæ maxima declinatio ab Æquatore graduum ferè 28 min. 30: eius enim maxima latitudo ex hypothesibus Copernici est graduum 5. Quapropter in gradibus quadrantis, qui sunt in organo Meridiano prope limbum Zodiaci; numerabis ex vtraque parte à radio Æquatoris gradus 28, & 30 min. ac per vtriusque numerationis finem, educto filo describes sicut Tropicos Solis, aliosque Signorum parallelos; ita & Tropicos Lunæ. Quamuis enim hi duo paralleli non soleant communiter in horologijs depingi, tamen in hoc Catoptrico-Gnomonico, & sunt non parum vtiles, & non exiguam operi conferunt venustatem: cùm enim in pariete plurimum spatium vacuum supersit ex parte Cancri, & multò amplius ex parte Capricorni, illud magnam partem implent, tum hi duo paralleli, tum reliquæ, præsertim horariæ omnes, lineæ ad illos terminatæ. Deinde nisi hi describantur in hoc horologio paralleli, & horariæ ad eos lineæ protendantur; sæpissime continget non posse in eodem horologio (sicut & in cæteris communibus accidit) motum Lu-

næ obſeruari; videlicet quando reflexus illius radius, ſiue ob parallaxim, ſiue ob latitudinem eiuſdem, cadit extra Solis Tropicos.

Propoſitio LXV.

Horas Aſtronomicas in eodem horologio Catoptrico-Gnomonico delineare.

HOras iſtas diſtinguunt circuli in Sphæra maximi, qui per mundi polum vtrunque incedentes, Æquinoctialem diuidunt in partes æquales 24, initio facto à circulo Meridiano, ex quo pro ſingulis horis computandi ſunt in linea Æquinoctiali gradus 15. In praxi Meridianum organum committe polis Sphæræ huic Horizontali Catoptricæ conuenientibus; tum Æquinoctialis vtranque portionem, orientalem videlicet, & occidentalem, diſtingue in horas antemeridianas, & pomeridianas; notatis *per prop.* 48, accuratiſſimè punctis per quindenorum graduum interualla: ſimulque *per prop.* 49, lineas ipſas horarias deſigna.

Aliter.

PRæterea lineas eaſdem horarias ducere poteris adminiculo duplicis tabulæ indicantis arcus, tum Horizontis, tum circuli Verticalis primarij contentos inter Meridianum, & cuiuſlibet horæ Aſtronomicæ circulum, ſeu (quod idem eſt) indicantis in Horizonte, & in Verticali puncta per quæ incedunt circuli horarum Aſtronomicarum, hæc verò tabula polaribus eleuationibus diuerſis accommodata habetur *lib.* 2 *prop.* 34, & 35.

In praxi itaque iſte eſt vſus tabellæ. Primò *per propoſ.* 43, interualla ſingulis horis conuenientia ex præſcripto tabulæ *propoſitionis* 35 *lib.* 2, diſtingue in linea Horizontali, facto initio à Meridiana. Deinde earundem horarum interualla alia, ex præſcripto item tabellæ *prop.* 34, facto ſimiliter initio à linea Meridiana, diſtingue in linea circuli Verticalis primarij *per prop.* 45; Niſi fortè iam in Horizonte & in Verticali ſingulorum puncta graduum ſignaueris, vt ſignanda eſſe dixi *prop.* 62: tunc enim mira facilitate, in ipſomet Horizonte, & Verticali, initio facto, vt dixi, à linea Meridiana; numerabis gradus, qui ſingulis vtriuſque circuli arcubus horarijs debentur; & cuique numerationis termino clauulum ſtatim infiges, vel paulò poſt infigendo notam interim, quam recognoſcas præſignabis.

His verò præſignatis, tria habebis determinata puncta, pro qualibet horaria linea; primum quidem commune in loco ſpeculi ſiue in centro Sphæræ; alterum verò in linea Horizontali, & tertium in linea Verticali: per quæ tria puncta lineam quamlibet horariam ductu certiſſimo deſignabis *per prop.* 54. Sola erit linea horæ 6, tam à media nocte quàm à meridie, cui reſpondens in Horizonte, atque etiam in circulo Verticali primario, necnon in Æquinoctiali punctum, vnicum eſt tribus illis circulis commune;

ne ; quare pro vtraque linea horæ 6, tertium punctum habebis in polo Antarctico D, vel in Vicariæ normæ foraminulo H, vt dictum est *eadem propof.* 54.

Hæ omnes lineæ terminandæ ſunt in contactu lineæ Horizontalis, vel parallelorum maximæ latitudinis Lunæ, vt dictum eſt *prop.* 60. Nihilominus ad vſum, quem dicam *in fine propoſ.* 67, deſignandæ ſunt horarum Aſtronomicarum occultæ lineolæ, ſub ipſa linea Horizontali, in reſidua parte parietis, atque etiam, ſi opus eſt, in ipſo pauimento ſubtiliter exarandæ.

Monitum.

IN linea Æquinoctiali diſtinguantur *per propoſ.* 48, gradus ſinguli, initio facto à linea Meridiana hinc inde; eademque opera ſimiles gradus diſtinguantur in omnibus parallelis Signorum, atque alijs ſimilibus, vt arcubus diurnis, & Lunæ Tropicis *per prop* 51.

Propoſitio LXVI.

Parallelos arcuum diurnorum in eodem horologio Catoptrico-Gnomonico deſcribere.

ARcubus Signorum Zodiaci ſimiles ſunt arcus hi diurni, cùm pariter ſint paralleli Æquatoris; erit ergo vna, & eadem vtrorunque deſcribendorum ratio : tantùm inquirenda eſt eorum declinatio ab Æquatore eademque numeranda in limbo graduum, qui eſt ſub limbo Zodiaci in regula AB inſtrumenti Meridiani *prop.* 28. Iſtorum autem, de quibus nũc agitur, parallelorum declinatio non eſt eadem vbique terrarum; ſed maior, minorue eſt, prout maior, vel minor etiam eſt Horizontis obliquitas. Exempli cauſa, arcus diurnus horarum 10, in Horizonte Romano, cui polus attollitur grad 41, min. 56, declinationem habet auſtralem graduũ 16, & 2 ferè min. in Horizonte verò Pariſienſi, cui polus attollitur grad. 48, & min. 40, declinationem habet ſimiliter auſtralem, ſed graduum 12 & min. ferè 50; iuxta tabulam hac de re deſcriptam *lib.* 2 *prop.* 45.

Sed multò faciliùs, & abſque tabulis, arcuum huiuſmodi ſaltem præcipuorum declinationes inuenies; eas enim licet fortè non cogitans ſignaſti, & quidem accuratiſſimè in linea Horizontali, cùm lineas horarum Aſtronomicarum deſcripſiſti. Iſtæ enim in puncto concurſus, cum eadem Horizontali, indicant declinationem arcuum diurnorum horarum numero parium, vt 6, 8, 10, 12, 14, 16, &c. hoc ordine; linea horæ 4 à media nocte ſecat Horizontem in puncto per quod tranſit, imò ex quo incipit arcus diurnus horarum 16: linea horæ 5 item à media nocte, dat punctum,

vnde ducitur arcus horarum 14: ita lineæ horæ 7, reſpondet arcus horarum 10: & horæ 8, arcus horarum 8: 6 verò horæ reſpondet arcus horarum 12, ipſa videlicet linea Æquinoctialis. Habebis etiam poſtea in eadem Horizontali, puncta arcuum horarum numero imparium, vt 9, 11, 13, 15, cùm nimirum horas ab ortu deſignaueris. Nam linea horæ ab ortu 9, in linea Horizontali à parte occidentis arcum diurnum horarum 9 concludit, & ita de reliquis ſuo ordine: ad partes verò ortiuas hora ab occaſu 15, quæ arcum nocturnum horarum 15 terminat, dat principium diurni arcus horarum 9, in linea Horizontali, & ita de alijs.

Non erit autem neceſſe arcus diurnos aliter deſignare, quàm per lineas horarum ab ortu. Earum enim proprium hoc munus eſt, quantitatem dierum indicare; quamadmodum horarum ab occaſu etiam proprium munus eſt demonſtrare quantitatem noctium. Vnde qui nouerit locum Solis in Zodiaco, & punctum occaſus illi reſpondens intuitus fuerit; ſtatim videbit quantitatem arcus illius diei, in lineis horarum ab ortu; ſicut quantitatem nocturni arcus in lineis horarum ab occaſu, ſi punctum orientis aſpexerit.

Nihilominus, quia neceſſarij nobis erunt duo, vel quatuor arcus diurni, vt poſtea dicam; ideo modum eos deſcribendi, vel certè eorum aliqua puncta neceſſaria deſignandi, oſtendo in exemplo. Sit deſignandus arcus diurnus horarum 14: inſtrumentum Vicarium (de quo *prop.* 52) commiſſum polis Meridiani organi, accipiat *per prop.* 53 punctum, quo ſe mutuò ſecant hora à media nocte 5 (vel à meridie 7, perinde enim eſt) & linea Horizontalis; & hoc accepto puncto, circumducatur vnà cum filo dictum inſtrumentum; & eo motu deſideratum arcum deſcribat per eandem *prop.* 53: pari modo arcum horarum 10 deſcribet, ſi punctum accipiat quo ſe mutuò ſecant hora à media nocte 7, (vel à meridie 5) & linea Horizontalis. Ita de arcu horarum 6, & de arcu horarum 18; pro iſto enim accipiendum erit punctum concurſus horæ 3 à media nocte cum linea Horizontali; pro illo autem punctum concurſus eiuſdem Horizontalis & horæ 9 à media nocte. Non ſunt tamen hi arcus integro ductu deſcribendi, ſed ad rem noſtram omnino ſufficiet communes eorum cum horis Aſtronomicis interſectiones diligenter ſignare.

Propoſitio LXVII.

Horas ab occaſu, atque etiam ab ortu in horologio eodem Catoptrico-Gnomonico delineare.

VTriuſque generis horas problemate vno complector, quia illas pariter diſtingunt ijdem circuli 24 in Sphæra maximi (quorum vnus eſt Horizon (qui parallelum omnium ſemper apparentium maximum, & alterum

terum ei oppositum, maximum item omnium nunquam apparentium, tangentes in punctis, in quibus ijdem à circulis horarum Astronomicarum secantur; indeque circumducti, Æquatorem, eiusque parallelos omnes, in quibus (sicut in Æquatore) inuicem ipsi concurrunt, secant in partes 24 æquales: reliquos verò parallelos, in quibus non inuicem ipsi concurrunt, quos tamen secant, diuidunt in partes 48, quarum quælibet 24 seorsim inchoatæ hinc ab Horizonte ortiuo, hinc ab occiduo, sunt inuicem æquales, & horis hinc ab ortu, hinc ab occasu deputantur: ex quo intelligitur, quomodo cuiuslibet dictorum 24 circulorum semicirculus vnus alicui horæ ab ortu; alter verò alicui ab occasu discriminandæ seruiat; quemadmodum in ipso Horizontis circulo perspici facilè potest: illius enim semicirculus occidentalis, horæ 1 ab occasu principium, & vigesimæ quartæ finis est; orientalis verò eiusdem semicirculus finis item est 24 ab ortu, & primæ principium. Vide *propositionem* 17 *lib.1*, vbi de his circulis, vt & de alijs agitur.

Huius vtriusque modi horarios circulos, decussi nostro ambulatorio *ex prop.* 54 designabimus, datis priùs tribus quibusdam punctis in singulis eorum planis; hæc ipsa verò puncta pro singulis non modò terna, sed & quaterna, & quina, senaue indicabimus; tum vt quorumlibet trium fides, reliquorum ad eandem lineam pertinentium fide comprobetur, ad maiorem operationis certitudinem; tum vt deficiente vno aliquo puncto ex tribus priùs assignatis, aliud è secundo vel tertio ordine vicem eius subeat, ad operis integritatem; tum denique, vt è pluribus traditis modis easdem lineas describendi, eum quilibet eligat, qui sibi magis placuerit.

Primò *per propositionem* 47, ope organi Meridiani, vel commodiùs Vicariæ normæ adminiculo *per prop.* 53 describe parallelum omnium nunquam apparentium maximum, qui Horizontem tangit in puncto, quo is à Meridiano secatur; eum porro parallelum partim in superficie parietis designabis sub linea Horizontali, partim in subiecto pauimenti plano, ducesque per lineas horarum Astronomicarum, quas *in fine propos.* 65, dixi esse ibidem designandas; quia verò eæ lineæ sunt *numero* 12, quemadmodum circuli, quos referunt, per mundi polum Antarcticum similiter transeuntes; ideo parallelus prædictus circa eundem polum, instrumenti ductu, delineatus easdem lineas singulas bis secabit, & sic dabit 24 puncta, per quæ totidem circuli horarum ab occasu, & ortu transeuntes, ipsummet contingunt. His itaque punctis dicto iam modo inuentis adhibe numeros, cuique horæ Astronomicæ videlicet à media nocte, & à meridie numeratæ conuenientes, vt sic statim agnoscas quod cuius horæ Astronomicæ punctum sit, & cui horæ ab occasu, vel ab ortu sit mox tribuendum, iuxta ordinem, quem ostendit sequens tabella. Neque erit abs re numeros indicante ipsa tabella conuenientes horis ab occasu, vel ab ortu, ascribere prædictis punctis, simulque delere antea scriptos horarum Astronomicarum numeros, quasi iam perfunctos suos munere.

In

In parallelo omnium nunquam apparentium maximo, horæ ab ortu vel occasu Astronomicas secant.

Horæ à meridie						Horæ à media nocte.					
1 2	3 4	5 6	7 8	9 10	11 12	1 2	3 4	5 6	7 8	9 10	11 12
1 2	3 4	5 6	7 8	9 10	11 12	13 14	15 16	17 18	19 20	21 22	23 24
Horæ ab ortu vel occasu											

Secundò *per prop. 66* describe arcum diurnum horarum 14, qui in lineis horarum Astronomicarum, quas secat, exhibebit puncta per quæ horæ ab occasu, & ab ortu incedunt, eo ordine quem tabella demonstrat *lib. 2. proposit. 50 descripta.*

Tertiò *per propos.* eandem 66 describe arcum diurnum horarum 10, qui similiter earundem horarum, in lineis Astronomicarum, puncta alia dabit; quæ quo ordine singulis lineis tribuenda sint, eadem tabella descripta *lib. 2 prop. 50*, ostendit.

Quartò earundem horarum puncta continet linea Æquinoctialis *prop. 65* iam diuisa in partes 12: siquidem per illa eadem puncta per quæ transeũt horæ à meridie vel media nocte, transeunt etiam horæ ab occasu, & ab ortu, ordine expresso in propria tabella, quam etiam habes *dicta prop. 50 lib. 2.*

Nunc igitur pro qualibet hora ab occasu vel ortu quinque habes puncta, primum in parallelo omnium nunquam apparentium maximo; secundum in arcu diurno horarum 14; tertium in arcu horarum 10; quartum in arcu horarum 12; id est in linea Æquinoctiali: quamuis autem hi tres arcus non contineant singuli (prout diurni arcus sunt) puncta pro omnibus designandis in horologio lineis horarum ab occasu & ab ortu (alioqui enim essent omnes arcus diurni æquales; quia tot horas quilibet eorum contineret, quot continet quilibet alius) Nihilominus si eorundem circulorum (quorum illi arcus segmenta sunt) portio nocturna, quæ sub Horizonte est, describatur, dabit illa, in lineis horarum Astronomicarum item nocturnarum, puncta quæ portioni diurnæ desunt. Quintum denique punctum omnibus commune est ipsum Sphæræ ac instrumentorum centrum, vt sæpe dictum est. Ex his verò quinque punctis, tria sufficiunt, vt ostensum est *prop. 54*: quare eligere poteris è quatuor priùs assignatis, ea duo, quæ tibi commodiora fuerint; tertium verò erit tibi semper centrum instrumenti: quamuis autem ex prædictis quatuor punctis, duo tantùm sint veluti præcipua legitimi ductus signa, reliqua nihilominus obseruanda etiam sunt, saltem ea quæ sunt in tribus arcubus diurnis prædictis; nisi enim aberraueris, linea per ea omnia puncta æqualiter decurret.

Optas forsitan in praxi, velut in particulari, rem enodatiùs exponi? sit igitur

igitur in horologio describenda linea horæ 15 ab occasu: pro ea habes primò punctum vnum in parallelo omnium nunquam apparentium maximo, videlicet punctum quo is horam 3 à media nocte secat ex indicio tabellæ paulò antè descriptæ. 2. pro eadem punctum aliud habes in arcu horarum 10; videlicet concursum eius arcus, cum hora 8 à med. nocte ex indicio propriæ tabellæ assignatæ. 3. pro eadem habes aliud punctum in arcu horarum 14; videlicet concursum eiusdem, cum hora 10 à med. nocte ex indicio etiam tabellæ propriæ. 4. habes aliud pro eadem linea punctum in arcu horarum 12, siue in linea Æquinoctiali, videlicet punctum horæ 9 à media nocte similiter ex indicio tabellæ, vt dictum est.

Propositio LXVIII.

Horas communes Inæquales, in eodem horologio Catoptrico-Gnomonico, delineare.

HOræ istæ Inæquales, seu potius inæqualiter æquales, talem aliquem seruant inæqualitatis modum, vt ab æqualitate non omnino recedant: sunt enim cuiuslibet diei horæ inuicem æquales, & noctis similiter: quamuis diurnæ nocturnis, atque etiam hesternis hodiernæ inæquales sint, *ex prop. 5 primi huius, & ex eiusdem 17 num.* 8 vbi & dixi ex Clauio in Astrolab. *libro* 1 *Lemmate* 39, huiusmodi horas nequaquam distingui circulis maximis, qui arcus diurnos in partes 12 æquales diuidant: quamuis hactenus ita existimauerit vulgus Horographorum: verùm ne, in practica earum delineatione, ab alijs recedam hunc trado modum, dictas horas delineandi. Diuiso iam arcu diurno Æquatoris in partes æquales 12, vt *prop. 65* factum est; diuidantur nunc arcus diurni Cancri, & Capricorni, quilibet in suas 12 partes æquales (modum diuidendi statim dabo) ac deinde à singulis diuisionum Cancri punctis per singula similia Æquatoris puncta, ad alia in Capricorno respondentia, lineæ ducantur tanquam sectiones circuli maximi per eadem puncta incedentis: & hæ secabunt reliquos intermedios arcus diurnos in partes 12, non quidem mathematicè æquales: sed vsu communi recepto, non sensibiliter inæquales.

Qui verò in his desideraret æqualitatem mathematicam; posset, licet non sine multo labore, arcus diurnos omnium Signor. Zodiaci, vel etiam alios plures intermedios, diuidere in ipsorum duodenas partes æquales, eodem prorsus artificio, quo arcus Cancri, & Capricorni dixi diuidendos; ac tandem per singula omnium arcuum, sibi inuicem respondentia puncta, lineas curuas ductu, quantùm fieri poterit, æquali, & sine angulis designare.

Ego tamen dictam inæqualitatem non admodum curans, facta solùm diuisione trium diurnorum, quos iam dixi, arcuum, lineas horarum Inæ-

qualium

qualium facilè deſigno decuſſi meo ambulatorio *per prop.* 54: habeo enim in primis in linea Æquinoctiali puncta horarum æqualium duodecim, quæ ſigillatim iſtis etiam horis Inæqualibus conueniunt, cùm hic circulus ſicut nocti diem, ita nocturnis diurnas horas æquet; tabula verò quæ *libro 2 propoſitione* 52 habetur, oſtendit punctum horæ, verbi gratia, 7 à media nocte in circulo Æquinoctiali, ſiue in arcu diurno horarum 12, tribuendum eſſe horæ primæ Inæquali; & punctum horæ 8, tribuendum eſſe horæ 2 Inæquali: & ita de alijs, ordine ſuo. Atque his punctis Æquinoctialis, ordine in dicta tabella indicato, adſcribendi ſunt deletiles numeri horarum Inæqualium, ne fortè, in earum lineis deſignandis, aberretur. 2. alia puncta pro ſingulis horis Inæqualibus habeo in arcu diurno Cancri; ſi illum *per prop.* 51 in partes æquales duodecim diuiſero ope nimirum eorū ſex punctorum, quæ de induſtria, pro tali diuiſione nunc facienda, præcepi diligenter notari in Scala ſemicirculi *prop.* 32 *circa medium.* 3 pro ijſdem horis ſingulis, puncta alia in arcu diurno Capricorni inuenio *per eandem prop.* 51; in Scala enim ſunt etiam puncta alia ſex huic ipſi arcui Capric. diuidendo accommodata *dicta prop.* 32. Aduerte autem puncta illa ſex in Scala, pro vtroque dicto arcu notata æquiualere punctis 12; quia in practica illa deſignatione punctorum, bis pro vtroque arcu vtimur punctis illis ſex prædictæ Scalæ, ſemel quidem conuerſo inſtrumento ad horas antemeridianas; & iterum eodem conuerſo ad pomeridianas.

Præter puncta tropica horarum Inæqualium (ſi fortè ea alicui videantur difficilia inuentu iuxta modum traditum) alia indico puncta in arcu diurno horarum ſex, vel etiam in arcu diurno horarum 18, ſi poſſit is deſignari in horologio: in iſto quidem quod nunc conſtruo vix potuit deſignari hic vltimus; quapropter vſus ſum arcu horarum ſex; quem quidem integrum deſcribo, imò & depingo; vt appareat, ſicut dixi *prop.* 60 *num.* 12 ſic autem eum deſcribo. In primis in linea Horizontali punctum, per quod incedit, inquiro: eſt verò tale punctum illud in quo dictam Horizontalem ſecat in parte ortiua (vt dicere cœperam *prop.* 66) linea horæ 9 à media nocte, vel 18 ab occaſu; in parte autem occidua, linea horæ 3 à meridie, vel 6 ab ortu. Deinde arcum ipſum deſigno *per prop.* 53: organum enim Vicarium impono cardinibus organi Meridiani, & ita impoſiti centro G, filum committo, quod cùm ex altera parte extenderim ad dictum punctum, quo lineam Horizontalem ſecat hora 9 à media nocte &c. in brachijs inſtrumenti vſque ad contactum fili ſic immobiliter & validè tenſi conuerſis, notam deletilem ſigno; ac demum integri arcus ductum perficio, filo per eam notam educto, & ita continuè conuerſo, vt *eadem propoſ.* 53 explicatum eſt.

Arcum verò ipſum ſic deſcriptum diuido, primùm in ſex partes productis occultè lineis Aſtronomicis, vſque ad eius interſectionem; ac deinde ſingulas eas partes ſubdiuido in duas; quod fit deſignatis occultè ſemihoris earum horarum Aſtronomicarum: puncta verò hæc ſemihoraria inue-

nientur

nientur in dicto arcu *per prop.* 51, promouendo videlicet instrumentum Meridianum non per integras horas Astronomicas, videlicet per quindenos gradus Scalæ; sed per semihoras, id est per gradus septenos cum semisse; imò hac eadẽ opera possum simul in dicto arcu horas eius Antiquas 12, æquè distinguere; facto nempe initio à linea Meridiana (quæ semper est sexta inter istas Inæquales) promouendo instrumentum ad grad. 7 min. 30 Scalæ, verbi gratia, ad partem ortiuam; & extenso filo, ita vt instrumenti latus contingat, signando in prædicto arcu punctum horæ 5: deinde promoto instrumento ad gradum 15 Scalæ, filo vt dixi extenso, signando in arcu horam 4; ac tertiò promoto instrumento ad grad. 22, & 30 min. signando in arcu horam 3; & ita de alijs, tum in eadem parte ortiua, tum etiam in parte occidua.

Facta demum diuisione dicti arcus diurni, habeo pro singulis horis Inæqualibus, singula in eo puncta, per quæ ac per alia in linea Æquinoctiali iam antea indicata, describo *per propos.* 54 lineas earum horarum; & si opus fuerit, consulo tabulam supradictam, quæ habetur *lib.* 2 *prop.* 52; hæc enim indicat, per quæ tum istius arcus diurni, tum Æquatoris puncta, quælibet Inæqualis huiusmodi horæ linea describenda sit.

Aduerte tamen lineas huiusmodi horarias ductas per modò dicta puncta arcus diurni horarum sex, non coincidere omnino cum ijs, quæ ducerentur per puncta in Tropicis, vt dictum est, inuenta; quod quidem consequens est ex eo quod dixi non posse has horas in Sphæra circulis distingui.

Propositio LXIX.

Lineas Signorum Zodiaci ascendentium, in eodem Catoptrico-Gnomonico horologio, designare.

Lineas Signorum ascendentium nihil aliud sunt, quàm linea ipsa Ecliptica tales in horologio situs varios habens, quales & in cœlo habet respectu nostri hemisphærij, eo temporis momento, quo Signa exoriuntur. Eas verò lineas facillimè describes ambulatorij nostri decussis beneficio *per* 54 *huius*; dummodo tria pro qualibet huiusmodi linea, puncta habeas. Hæc verò nunc tibi assigno, in primis commune omnibus punctum iam habes in centro Sphæræ ex dictis *eadem propositione.*

Deinde pro lineis singulis, duo iam habes puncta notata in linea Horizontali; alterum quidem in parte ortiua, alterum autem in parte occidua: verbi gratia, pro linea ascendentis Tauri, est in parte ortiua concursus paralleli Tauri cum linea Horizontali; in parte autem occidua suppetit punctum, quo parallelus Scorpij (qui nimirum Tauro diametraliter opponitur) eandem Horizontalem secat.

Equidem sufficeret in linea Horizontali, pro cuiuslibet ascendentis Signi

gni linea, punctum ortus eiuſdem habere, vel punctum occaſus, Signi alterius diametraliter ipſi oppoſiti; tamen ſi vtrunque habeatur, non paruam afferet operationi certitudinem.

Ne autem aberres in aſſignandis cuique lineæ debitis ortus, & occaſus Signorum punctis; hoc ſolùm aduerte, videlicet, cuiuſuis aſcendentis Signi, verbi gratia, ♉ lineam duci debere per ea lineæ Horizontalis puncta, in quibus eandem Horizontalem ſecant, ex parte quidem orientis arcus ipſiuſmet Tauri, aut Virginis (quia vnus eſt communis vtrique arcus) ex parte verò occidentis, arcus Signi Tauro diametraliter oppoſiti, videlicet Scorpij; vel etiam Piſcium (quia ſimiliter vnus idemque eſt Scorpio, & Piſcibus communis) vnde linea aſcendentis Cancri deſcribenda eſt per punctum ortus Cancri, & per punctum occaſus Capricorni, ac vice verſa; & ſic de alijs, vt clariùs in ſubiecta vniuerſali tabella cernere eſt.

Tabula vniuerſalis oſtendens in Horizonte tum ortiuo tum occiduo puncta Signorum, per quæ Signi cuiuslibet aſcendentis linea deſcribatur.

Lineæ aſcendentium Signorum.		Ducendæ ſunt per puncta.	
		Ortiua.	Occidua.
	♈	♈ ſiue ♎	♎ ſiue ♈
	♉	♉ ſiue ♍	♏ ſiue ♓
	♊	♊ ſiue ♌	♐ ſiue ♒
	♋	♋	♑
	♌	♌ ſiue ♊	♒ ſiue ♐
	♍	♍ ſiue ♉	♓ ſiue ♏
	♎	♎ ſiue ♈	♈ ſiue ♎
	♏	♏ ſiue ♓	♉ ſiue ♍
	♐	♐ ſiue ♒	♊ ſiue ♌
	♑	♑	♋
	♒	♒ ſiue ♐	♌ ſiue ♊
		♓ ſiue ♏	♍ ſiue ♉

Denique tertium aliud punctum, ad quamlibet aſcend. Sign. lineam deſcribendam neceſſarium, inueniri poterit in aliqua horarum à merid. vel

vel med. noct. præfertim verò Meridiana. Licet autem huiufmodi punctorum certiffima fit ex tabulis afcenfionum tum obliquarum tum rectarum, inuentio per calculum; longè tamen faciliùs eadem puncta, & quidem fatis certò inueniuntur beneficio Planifphærij Ptolemæi feu Aftrolabij particularis, quod ex eo Stoflerin. compofuit; præfertim fi accuratè delineatum, & permagnum fit Aftrolabium, quale illud eft, quo ego vtor, duos in diametrum pedes regios, feu tres palmos romanos habente, in electo & optimè explanato atque læuigato lapide ardofio ad poli eleu. grad. 42 manu accuratiffima exarato.

In hunc itaque modum dicta puncta inuenies pro fingulis afcend. Sign. lineis, in linea non folùm Merid. fed etiam in quauis alia eiufdem generis horaria. Zodiacum Aftrolabij ad loci tui latitudinem conftructi ita moue vt Signi propofiti, verbi gratia Arietis, initium colloces in Horizonte obliquo ad partes Aftrolabij ortiuas; Zodiaci enim ita difpofiti contactus cum linea Aftrolabij Meridiana, oftendet punctum Eclipticæ, quod exoriente Arietis initio, ad Meridianum peruenit, videlicet initium Capricorni: ita cùm collocaueris in eodem Horizonte obliquo initium Tauri, videbis in Meridiana linea grad. 15 min. 59 Capric. & ita de alijs iuxta fequentem tabellam è fideliffimo iam dicto Aftrolabio deprompram.

Cœli meditationes.			
Signa afcendentia.	G.	M.	
♈	0	0	♑
♉	15	59	♑
♊	6	3	♒
♋	5	6	♓
♌	3	59	♈
♍	23	57	♉
♎	0	0	♋
♏	6	3	♌
♐	16	1	♍
♑	24	54	♎
♒	23	57	♐
♓	14	1	♐

Non solùm autem, vt paulò antè dixi, inuenies ope eiusdem Astrolabij puncta Eclipticæ, quæ singulis exorientibus Signis in medio cœli, seu in Meridiano versantur, sed etiam simul eademque opera inuenies ea puncta, quæ in quibuslibet alijs à meridie vel à med. nocte horarijs lineis consistunt; si nimirum ad eas horas, quæ in limbo externo Astrolabij distinctæ sunt, fiducialem Allidadæ lineam adduxeris: sic enim ea linea secabit Zodiacum in gradu Signi, quod tunc temporis ad eam horam peruenerit. Porro si cui magis placuerit dictorum punctorum inuentio per calculum, modum & leges inquirendi petat ex Clauio *Gnom. lib.2 prop.* 9: Sed siue per calculum, siue per Astrolabium dicto iam modo, inuenta fuerint puncta Eclipticæ, quæ ad Meridianum, verbi gratia, peruenerunt oriente quolibet Signo; notanda sunt diligenter eadem puncta in linea Meridiana nostri horologij Catoptrico-Gnomonici *per prop.* 50; nisi iam in eadem Meridiana distincti forent singuli Eclipticæ gradus, quemadmodum *prop.* 63 distinguendos esse monebam: tunc enim inter graduum integrorum puncta, facile esset designare minuta. His verò notatis punctis, in praxi facillimum est lineas ascendentium Signorum describere *per prop.* 54. Sit in exemplum describenda linea Ascendentis Tauri in prædicta poli eleuatione; consule primam tabellam, & pro hac linea inuenies in linea Horizontali, ad partem ortiuam, punctum, quo eam secat parallelus Tauri siue Virginis; vel, ad partem occiduam, punctum, quo eandem secat parallelus Scorpij siue Piscium,) alterum enim ex his duobus punctis, vt antè dixi, sufficit. Deinde consule secundam tabellam, & pro eadem linea ascendentis Tauri inuenies in linea Meridiana, 15 grad. 59 min. Capricorni: dictam itaque lineam describes per punctum Tauri in Horizonte ortiuo) vel per punctum Scorpij in Horizonte occiduo) & per punctum 15 grad. 59 min. Capricorni in linea Meridiana, & sic de alijs.

Corollarium.

HAc eadem arte describi possunt lineæ cuiuslibet ascendentis gradus Zodiaci, vt decimi quinti gradus cuiuslibet Signi; & ad hoc omnino sufficit, si primò habeas in Horizonte ortiuo punctum, quo is decimus quintus Signi gradus exoritur; vel, vt dictum est, in Horizonte occiduo, punctum quo eiusdem Nadir seu gradus illi diametraliter oppositus occidit: & secundò punctum Eclipticæ, quod ad Meridianum peruenit eo tempore, quo ille decimus quintus Signi gradus in Horizonte ortiuo est; & quidem punctum Eclipticæ, quod in Meridiano est, statim inuenies in Astrolabio; si, vt eantea dixi, in Horizonte obliquo ex parte ortiua collocaueris illum 15 gradum Signi. Porro in linea Horizontali horologij, punctum 15 gradus, cuiuslibet Signi inuenies eodem prorsus modo, quo *per propos.* 47, in eadem Horizontali, puncta initiorum Signorum inuenta sunt; neque enim est in hoc aliqua difficultas cū in instrumento Meridiani mobilis,

mobilis, gradus omnes Signorum distincti sint: imò verò de industria aduerti *prop. 63.* in horologio isto, describendum integrè esse arcum decimi quinti gradus cuiuslibet Signi.

Monitum.

SI duodecim lineæ pro totidem Signorum initijs; vel, si viginti quatuor pro initijs simul, & pro quolibet decimo quinto gradu describantur; illæ sine dubio se se intersecabunt, & ita nisi conuenienter distinguantur, non erit cuilibet, præsertim parum exercitato, facile dignoscere ex radio Solis reflexo, quauis die, vel hora, cuiusnam Signi vel initium vel decimus quintus gradus oriatur: nam idem radius qualibet die tanget lineas non solùm eorum Signorum, quæ die illa orientur; sed etiam aliorum, quæ non nisi nocte mox sequente oriri possunt. Quapropter vt omnis tollatur ambiguitas, & erroris periculum, operæ pretium erit totam ascendentium Signorum delineationem in duas partes diuidere; quarum altera indicet Signa ascendentia toto eo tempore quo Sol in parte Eclipticæ descendente versatur, hoc est æstate atque autumno, dum à Cancro per Libram in Capricornum tendit: Altera verò sit vsui hyeme ac vere, dum scilicet Sol ascendentem, vt vocant, Eclipticæ semicirculum à Capricorno per Arietem versùs Cancrum decurrit. Proposita verò dictarum linearum distinctio duobus modis fieri potest. Primò si separatim in duobus distinctis horologijs, distinctæ earum linearum portiones describantur, quæ se mutuò nullatenus secent, & in contactu Tropicorum terminentur: vel secundò (quia vnum tantùm horologium nunc construimus) si diuerso colore pingantur illæ lineæ, vel earundem portiones, quæ dicto modo ad diuersos Eclipticæ semicirculos pertinent; ita vt quæ linea partim ad vnum, partim ad alterum spectabit, ea in horologio sit duplicis coloris, vnius quidem, verbi gratia, nigri, secundùm portionem, quæ ad semicirculum Eclipticæ ascendentem pertinet; alterius verò, vt rubri, secundùm portionem, quæ pertinet ad semicirculum descendentem: eam verò lineam, aut lineæ portionem dico pertinere ad semicirculum ascendentem, quæ Signum oriri indicat, Sole existente in semicirculo Eclipticæ ascendente, ita eam ad semicirculum descendentem pertinere aio, quæ indicat Sole existente in semicirculo descendente. Quænam autem, & quorum Signorum, seu lineæ seu linearum portiones ad hunc, vel illum semicirculum pertineant sequens tabella ostendit.

Tabula diſtinctè oſtendens lineas, aut portiones linearum Signorum aſcendentium, pertinentes ad ſemicirculum Eclipticæ tum aſcendentem, tum deſcendentem.

	Lineæ integræ.	Portiones linearum.	Pertinent ad ſemicirculum Eclipticæ.
Signorum Aſcendentium.	♋.	♒. ♓. ♈. ♉. ♊. ab Horizonte ortiuo vſque ad contactum paralleli Capric.	Aſcendentem.
		♌. ♍. ♎. ♏. ♐. à contactu paralleli Cancri vſque ad Horizontem occiduum.	
	♑	♒. ♓. ♈. ♉. ♊. à contactu paralleli Capric. vſque ad Horizontem occiduum.	Deſcendentem.
		♌. ♍. ♎. ♏. ♐. ab Horizonte ortiuo vſque ad contactum paralleli Cancri.	

Propoſitio LXX.

Horas Inæquales per quindenos aſcendentis Eclipticæ gradus numeratas in eodem Catoptrico-Gnomonico horologio delineare.

DE his horis egi *lib. 1 prop. 5*, & eaſdem me hìc delineaturum ſpopondi *lib. 2 prop. 52 in fine*; earum verò delineatio; etſi quodammodo difficilis videatur propter inæqualitatem ductus, quam dixi *illa prop. 5 lib. primi*: hactenus tamen, vt res ſe habent, nullus ampliùs pertimeſcendus eſt labor, ſiquidem difficultas iam omnis ſublata eſt, quia videlicet omnia ad huiuſmodi Inæqualium horarum delineationem neceſſaria puncta inuenta iam ſunt. Nam ductis *per prop. 63* integris Signorum arcubus, qui reſpondent ipſorum tum initijs tum quindenis gradibus; ac deſcriptis *per 69 præcedentem, perque eius Corollarium* lineis aſcendentium Signorum, quæ reſpondent ipſorum tum initijs, tum quindenis gradibus: dictorum arcuum, & linearum partim contactus mutui, partim interſectiones mutuæ, dant puncta, per quæ inflexæ ſine angulis lineæ ducendæ ſunt; quæ erunt optatæ horæ Inæquales; ita vt incipiendo à linea Horizontali in parte

te ortiua (ea enim linea, ex ea parte, dat initium horæ primæ diurnæ, ſicut & finem nocturnæ 12) ſumendæ ſint ſingulæ dictorum arcuum, & linearum interſectiones primæ, & per eas deſcribenda completæ horæ Inæqualis primæ linea curua : per ſecundas autem interſectiones, ſecundæ horæ linea, ac tertiæ per tertias : & ita deinceps vſque ad duodecimam, quæ complebitur in linea Horizontali occidua.

Porro quia dictæ lineæ aſcendentium punctorum Zodiaci, Tropicos Cancri, & Capricorni non ſecant, ſed ſolùm tangunt; ſinguli contactus huiuſmodi erunt in dictis arcubus Cancri, & Capricorni puncta horarum iſtarum Inæqualium, ordine iam dicto; id eſt, primus contactus ſupra lineam Horizontalem, erit punctum primæ horæ, ſecundus ſecundæ, & ita de alijs. At verò curuitatem linearum eleganter deduces beneficio regulæ flexibilis, de qua *hoc ipſo libro* dictum eſt *in præfatione ad Apparatum inſtr.*

Quia tamen, vt *ſuperiori propoſitione* aduerti, aſcendentium Signorum lineæ duodecim, ſeu viginti quatuor, vel earundem portiones, diſtinguendæ ſunt in duas ſeries, quarum altera Eclipticæ aſcendenti ſemicirculo, altera deſcendenti ſeruiat: inde eſt, vt horarum iſtiuſmodi Inæqualium lineæ per antea dictas interſectiones, & contactus ita deſignari debeant, vt in duas etiam ipſæ diſtinguantur ſeries, quarum altera horas demonſtret Sole exiſtente in Eclipticæ aſcendente ſemicirculo, altera Sole exiſtente in ſemicirculo deſcendente. Nam ſingularum horarum geminæ, erunt lineæ in Tropicis quidem in vnum conuenientes; in reliquis verò aliorum Signorum parallelis, ab inuicem diſcedentes, veluti ſpecie quadam ellipſis.

Exempli cauſa, linea horæ primæ Sole exiſtente in ſemicirculo Eclipticæ aſcendente, incipit à communi Tropici Capricorni, cum linea aſcendentis 15 grad. eiuſdem Capricorni contactu; & inde ducitur per interſectiones, primò paralleli 15 grad. Capric. cum linea aſcend. principij Aquarij: ſecundò paralleli Aquarij cum linea aſcendentis 15 grad. Aquarij: tertio paralleli 15 grad. Aquarij, & lineæ aſcendentis principij Piſcium: & ita deinceps, per alias ſimilium parallelorum, & linearum, aſcendentium punctorum Eclipticæ, interſectiones; donec terminetur in puncto, quo Tropicum Cancri tangit linea aſcendentis decimi quinti gradus eiuſdem Cancri. Linea verò horæ primæ Sole exiſtente in ſemicirculo deſcendente, incipit à puncto, in quo altera terminatur, videlicet à contactu Tropici Cancri, cũ linea aſcendentis 15 grad. eiuſdem Cancri, & inde ducitur per interſectiones primò paralleli 15 grad. Cancri, & lineæ aſcendentis principij Leonis; ſecundò paralleli Leonis, & lineæ aſcendentis 15 gradus Leonis; & ita de cæteris; donec terminetur in puncto, vnde altera ſumpſit exordium, videlicet in puncto, quo Tropicum Capricorni tangit linea aſcendentis 15 gradus eiuſdem Capricorni. Atque ita de alijs huiuſmodi horarijs lineis, quæ (vt dixi) diſtinguendæ ſunt duplici colore, vt ſtatim agnoſcatur, quæ ad aſcendentem, & quæ ad deſcendentem Eclipticæ ſemicirculum pertineant.

Vt verò ab earum delineatione omnis tollatur ambiguitas, quæ ex tanta hinc contactuum inde intersectionum varietate oriri posset, & Tyronem Horographum quodammodo turbare, duas composui tabulas vniuersales, quibus inspectis statim distinctè agnoscuntur dictorum contactuum, & intersectionum puncta tredecim, per quæ horaria quælibet linea ad quemlibet Eclipticæ semicirculum pertinens duci debet. Ipsarum autem tabularum vsus omnis facilè intelligitur ex paulò antè proposito exemplo de linea horæ primæ: neque est quòd in his diutius immorer, nisi tantùm vt moneam lineas illas viginti quatuor ascendentium punctorum Eclipticæ, videlicet pro initio, & decimo quinto gradu cuiusque Signi (ad vitandam tot linearum in horologio, apparenter sanè confusam, licet in re ordinatissimam multitudinem) non esse designandas nisi cæco, vt dicitur, ductu; ita vt facta horarum delineatione dedeleantur; nam quicquid illæ in horologio ad motum Zodiaci cognoscendum præstare possent, præstabunt abundè lineæ istæ horariæ: vbi tamen amplissimum foret horologij spatium, possent ex illis commodè retineri lineæ duodecim pro ascendentium Signorum singulis initijs.

* *
*



Tabula prima vniuersalis ostendens lineas ascendentis Eclipticæ, quæ parallelos Signorum tangunt, vel secant; ad eius generis Inæquales horas diurnas, quæ per quindenos eiusdem Eclipticæ ascendentis gradus numerantur, eo tempore, quo Sol à Capricorno per Arietem ad Cancrum mouetur.

* * *

Horæ Inæquales.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Paralleli Signorum, pro cuiuslibet Signi tum initio tum decimo quinto gradu, in semicirculo Eclipticæ descendente.	♑	15 G. ♑	♒	15 G. ♒	♓	15 G. ♓	♈	15 G. ♈	♉	15 G. ♉	♊	15 G. ♊	♋	tangunt
	15 G. ♑	♒	15 G. ♒	♓	15 G. ♓	♈	15 G. ♈	♉	15 G. ♉	♊	15 G. ♊	♋	15 G. ♋	secant.
	♒	15 G. ♒	♓	15 G. ♓	♈	15 G. ♈	♉	15 G. ♉	♊	15 G. ♊	♋	15 G. ♋	♌	secant.
	15 G. ♒	♓	15 G. ♓	♈	15 G. ♈	♉	15 G. ♉	♊	15 G. ♊	♋	15 G. ♋	♌	15 G. ♌	secant.
	♓	15 G. ♓	♈	15 G. ♈	♉	15 G. ♉	♊	15 G. ♊	♋	15 G. ♋	♌	15 G. ♌	♍	secant.
	15 G. ♓	♈	15 G. ♈	♉	15 G. ♉	♊	15 G. ♊	♋	15 G. ♋	♌	15 G. ♌	♍	15 G. ♎	secant.
	♈	15 G. ♈	♉	15 G. ♉	♊	15 G. ♊	♋	15 G. ♋	♌	15 G. ♌	♍	15 G. ♍	♎	secant.
	15 G. ♈	♉	15 G. ♉	♊	15 G. ♊	♋	15 G. ♋	♌	15 G. ♌	♍	15 G. ♍	♎	15 G. ♎	secant
	♉	15 G. ♉	♊	15 G. ♊	♋	15 G. ♋	♌	15 G. ♌	♍	15 G. ♍	♎	15 G. ♎	♏	secant.
	15 G. ♉	♊	15 G. ♊	♋	15 G. ♋	♌	15 G. ♌	♍	15 G. ♍	♎	15 G. ♎	♏	15 G. ♏	secant.
	♊	15 G. ♊	♋	15 G. ♋	♌	15 G. ♌	♍	15 G. ♍	♎	15 G. ♎	♏	15 G. ♏	♐	secant.
	15 G. ♊	♋	15 G. ♋	♌	15 G. ♌	♍	15 G. ♍	♎	15 G. ♎	♏	15 G. ♏	♐	15 G. ♐	secant.
	♋	15 G. ♋	♌	15 G. ♌	♍	15 G. ♍	♎	15 G. ♎	♏	15 G. ♏	♐	15 G. ♐	♐	tangunt

Lineæ ascendentis Eclipticæ, ad eiusdem ascendentem semicirculum pertinentes, pro cuiuslibet Signi tum initio tum decimo quinto gradu.

Tabula

Tabula ſecunda vniuerſalis oſtendens lineas aſcendentis Eclipticæ, quæ parallelos Signorum tangunt, vel ſecant; ad eius generis Inæquales horas diurnas, quæ per quindenos eiuſdem Eclipticæ aſcendentis gradus numerantur, eo tempore, quo Sol à Cancro per Libram ad Capricornum mouetur.

* *

Horæ Inæquales.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Paralleli Signorum, pro cuiuſlibet Signi tum initio tum decimoquinto gradu, in ſemicirculo Eclipticæ deſcendente.	♋	15 G. ♋	♌	15 G. ♌	♍	15 G. ♍	♎	15 G. ♎	♏	15 G. ♏	♐	15 G. ♐	♑	tangunt
	15 G. ♋	♌	15 G. ♌	♍	15 G. ♍	♎	15 G. ♎	♏	15 G. ♏	♐	15 G. ♐	♑	15 G. ♑	ſecant.
	♌	15 G. ♌	♍	15 G. ♍	♎	15 G. ♎	♏	15 G. ♏	♐	15 G. ♐	♑	15 G. ♑	♒	ſecant.
	15 G. ♌	♍	15 G. ♍	♎	15 G. ♎	♏	15 G. ♏	♐	15 G. ♐	♑	15 G. ♑	♒	15 G. ♒	ſecant.
	♍	15 G. ♍	♎	15 G. ♎	♏	15 G. ♏	♐	15 G. ♐	♑	15 G. ♑	♒	15 G. ♒	♓	ſecant.
	15 G. ♍	♎	15 G. ♎	♏	15 G. ♏	♐	15 G. ♐	♑	15 G. ♑	♒	15 G. ♒	♓	15 G. ♓	ſecant.
	♎	15 G. ♎	♏	15 G. ♏	♐	15 G. ♐	♑	15 G. ♑	♒	15 G. ♒	♓	15 G. ♓	♈	ſecant.
	15 G. ♎	♏	15 G. ♏	♐	15 G. ♐	♑	15 G. ♑	♒	15 G. ♒	♓	15 G. ♓	♈	15 G. ♈	ſecant.
	♏	15 G. ♏	♐	15 G. ♐	♑	15 G. ♑	♒	15 G. ♒	♓	15 G. ♓	♈	15 G. ♈	♉	ſecant
	15 G. ♏	♐	15 G. ♐	♑	15 G. ♑	♒	15 G. ♒	♓	15 G. ♓	♈	15 G. ♈	♉	15 G. ♉	ſecant.
	♐	15 G. ♐	♑	15 G. ♑	♒	15 G. ♒	♓	15 G. ♓	♈	15 G. ♈	♉	15 G. ♉	♊	ſecant.
	15 G. ♐	♑	15 G. ♑	♒	15 G. ♒	♓	15 G. ♓	♈	15 G. ♈	♉	15 G. ♉	♊	15 G. ♊	ſecant.
	♑	15 G. ♑	♒	15 G. ♒	♓	15 G. ♓	♈	15 G. ♈	♉	15 G. ♉	♊	15 G. ♊	♋	tangunt

Lineæ aſcendentis Eclipticæ, ad eiuſdem deſcendentem ſemicirculum pertinentes, pro cuiuſlibet Signi tum initio tum decimoquinto gradu.

Pro-

Propositio LXXI.

Lineas domorum cœlestium in eodem horologio Catoptrico-Gnomonico describere.

CIrculi domorum cœlestium sunt sex maximi in Sphæra, inter quos Horizon, & Meridianus; in quorum communi vtraque intersectione, reliqui simul concurrentes, hemisphærium inferius in sex, & superius in totidem, quasi domicilia diuidunt: incipitque eorum domiciliorum ordo ab Horizonte ortiuo, & per mediam noctem in occiduum ducitur; ac inde per meridiem in Horizontem ortiuum redit. Hæc domicilia facit æqualia Campanus, inæqualia verò Regiomontanus; hic enim dictos circulos deducit per Æquatoris, ille per Verticalis ad Meridianum recti seu primarij, partes duodecimas.

Erit autem facillimum, pro cuiusque arbitratu, lineas in horologio nostro describere, quæ ex Campani, vel Regiomontani sententia domos cælestes referant. Nam datis pro qualibet huiusmodi linea tribus punctis, solùm opus est adhibere ambulatorium nostrum decussim *per props.* 54: puncta verò ad hanc delineationem necessaria, sunt ista: primò lineis omnibus communia sunt duo puncta, videlicet centrum Sphæræ, id est, apex Gnomonis Catoptrici; & communis Meridiani, atque Horizontis intersectio, siue ad partem australem, siue ad partem septentrionalem. Secundò pro singulis lineis suppetunt ex sententia quidem Regiomontani in linea Æquinoctiali, puncta, per quæ in eadem Æquinoctiali incedunt horæ à media nocte 8, & 10; à meridie autem 2, & 4: sed & suppetunt ex placito etiam Campani singula puncta pro lineis singulis in linea Verticali, duo nimirum in eius parte orientali, & alia duo in eiusdem parte occidentali, videlicet ea quibus vtranque dictæ lineæ partem secant duo circuli Almucantarath 30, & 60.

Descriptis tandem huiusmodi lineis domorum conuenientes numeros adijcies; illi quidem, quæ Horizonti ortiuo vicinior est 12: alteri deinceps: 11 sequenti verò, quæ cũ linea Meridiana coincidit 10: & ita deinceps vsque ad eam, quæ cùm Horizonte occiduo conuenit, vbi scribes 7. Aliæ verò, quæ inde ab ista in inferiori hemisphærio pro reliquis domibus disponuntur vsque ad initium primæ, hoc est vsque ad Horizontem ortiuum, nullum habent vsum in horologijs Gnomonicis quandoquidem in eas nec vmbra, nec radius cadere possunt. Poteris insuper ad quendam Astrolabij huius ornatum, præter dictos numeros, nomina quoque domorum, & significata describere in tabellis, conuenienti loco, & ordine, pictis velut in fronte cuiusque domus appensis titulis. Cogitaueram autem hìc duplici tabula ordinem, nomina, & significata domorum 12 exprimere sed ea non difficile erit alibi inuenire.

Video

Video alia esse aliorum placita circa modum domificandi, vt vocant, sunt enim (de quibus ait Gemma frisius *in suo Astrolabio Catholico cap. 56*) qui arcum diurnum Horoscopi in sex partes secant, circulosque in polis mundi connectunt: & alij, qui per Zodiaci æquales portiones sectionem domorum faciendam docent. Quorum quidem quantumnis diuersas domos, ductis in nostro Astrolabio conuenientibus lineis exprimere perfacile esset, ex iam traditis præceptis; attamen non libet structuram hanc linearem, tot impositis ædificijs non probè stabilitis onerare, præsertim cùm neque ad ipsius Regiomontani libellam, aut Campani, domificauerim; nisi eo solùm animo, vt nullum in hoc Astrolabio deesset linearum genus, ex quo possit aliquo modo cæli motus cognosci: nam quæ insuper ex Horoscopo ac reliquis illis domicilijs de fortuna hominis, & successu, prognostica iactant Genethliaci, nullam apud me fidem vnquam obtinuere: neque verò alia de causa, studijs istis quoquo modo operam dedi, nisi vt instructiora è vanissimæ artis principijs deprompta tela efficaciùs in ipsam conuerterem, quam aliunde semper tum in scolasticis nostris solitarum lectionum exercitationibus, tum priuatis, ex qualibet data occasione initis colloquijs theologicè, & optimæ philosophiæ rationibus, insectatus sum. Atque, vt hanc etiam, quæ nunc se se offert, occasionem arripiam; & aliquid dicam ad id, quod Genethliaci isti iactant de domorum, quas ipsi in cœlo, aut veriùs in aere, vt aiunt, fabricati sunt, significatis, vt videlicet domus duodecima, verbi gratia, carceres, exilia, hostes occultos; vndecima è contrà bonos, ac fœlices euentus, amicos, fauores nato portendat: quænam obsecro, vel quanta esse potest apud illos certitudo præsignificationis huius 12, atque 11 domus (idem de cæteris, seruata proportione, iudicium esto) quãdiu de vtriusque confinijs, ipsi inter sese litem habent. Dum enim Campanus duodecimæ domui spatia laxiora, Regiomont. è contrà, restrictiora tribuit, necesse est alterum constitutos ab altero fines vicissim transilire; & intra Regiomontani vndecimam esse locum, qui Campani duodecima continetur. Nunc itaque si eò loci consistat sidus; vtri quæso potissimum seruiet? An quia Regiomontani domum vndecimam ingressum est; significabit Regiomontano fœlices nati euentus, amicos, & fauores. Sed cùm apud Campanum duodecima adhuc domo detineatur, cur non pari iure Campano carceres, exilia, hostesque portendat? vt quid enim in eius domo maneat Signum otiosum? imò (quæ est longè grauior iniuria) cur in domo mali Genij, & tristium euentuum, prospera cogitur nuntiare? an sicuti ad placitum confunduntur domorum confinia, ita quoque gratis permiscentur significata? Quidni verò in domum à duobus pariter exceptum, vnà ambobus gratificetur? & siue pro hospitalitate, siue pro locati domicilij angulo litigioso; neue, in ea controuersia, alteri in probrum alterius patrocinari videatur; ac noui etiam in se ipsum litigij occasionem præbeat; callidè, vt poterit, vtrique faciat satis, atque ex voto, & sententia tum huius, tum illius, eodem & tempore, & loco nun-

nunciet tristia simul & læta.

Quod si ita est: fateor prorsus magnam esse Mensorum istorum autoritatem; vt nimirum sidus quodlibet, in diuersas à se pro libito constitutas domos, etiam pro libito compellant, adigantque vim suam ac influxum, interim ad mentem cuiusque, & beneplacitum, pariter accommodare; donec ipsi maturiore iudicio, vnanimi sententia, sopita si non dirempta lite, suos cuique domui præscribant fines. Sed præscribant sanè si possint, & sidera non ita miserè torqueant, atque in diuersa trahant. Interim verò fateantur commentitiam esse, ac futilem, ex ambiguo prognostico præsensionem. Domos istas Horoscopi Genethliaci, eruditissimè suo more, & acutissimè refellentem vide R. P. Marinum Mersennum *in cap. 1 Genes. quæst. 13 art. 3, & 4.*

Corollarium.

Circulos positionum quoslibet, eadem arte describes; si præter puncta duo, quæ dixi circulis domorum cœlestium esse communia, (circuli enim positionum, sunt similes circulis domorum, easque in partes ipsarum diuidunt) tertium habeas punctum, per quod optatus circulus transeat; illud verò punctum inuenies in linea Æquinoctiali, aut Verticali, vt dictum est ex mente siue Campani siue Regiomontani; & tantùm ad illud inueniendum scire oportet, quanto graduum interuallo circulus ille à Meridiano distet in circulo Verticali, vel Æquatore.

Propositio LXXII.

Circulos Latitudinum, seu parallelos ciuitatum, in eodem horologio Catoptrico-Gnomonico, delineare.

Paralleli ciuitatum, regionum, aut locorum huiusmodi, similes sunt arcubus radiorum Zodiaci, nec dissimili ratione in horologio delineantur, præsertim cùm non rarò identificentur: id solùm est illis peculiare, quòd per Zenith locorum illorum, quorũ sunt paralleli, incedunt. Sufficiet igitur ad eorum delineationem specialiter nosse, ac debitè obseruare quantitatem, & qualitatem declinationis ipsorum ab Æquatore. Cùm dico obseruandam esse qualitatem declinationis, intelligo obseruandum an sit australis, an verò borealis declinatio; siquidem locus quilibet, cui attollitur polus Arcticus, borealem habet declinationem, cui Antarcticus australem. Quantitas verò declinationis est distantia Æquatoris à Zenith loci, quæ semper æqualis est eleuationi poli supra Horizontem. Cæterùm eleuationem polarem, seu distantiam Æquatoris à Zenith (quam Cosmographi vocant Latitudinem regionis, seu loci) disces vel ex Geographia Ptolemæi,

lemæi, vel ex tabulis Latitudinum, ſimulque Longitudinum, quæ apud plures circumferuntur; vel denique ex Mappis Geographicis accuratiſſimis.

In exemplo, res eſt clariſſima, ſupra Horizontem Calecuti regiæ ciuitatis, in India orientali, attollitur polus Arcticus; eſt ergo paralleli Calecuti declinatio borealis: deinde idem polus Arcticus attollitur ſupra eius Horizontem gradibus 20 min. 5, vel circiter; totidem igitur graduum erit diſtantia Æquatoris, à Zenith Calecuti, ſiue (quod idem eſt) declinatio paralleli Calecuti ab Æquatore. Nunc itaque ad praxim veniamus; in Meridiano organo, atque in eius limbo graduum, qui eſt ſub limbo Zodiaci in regula A B *propoſ.* 28 diſtinctorum, numera gradus 20 min. 5, ad partes Cancri, quæ polum Arcticum reſpiciunt; ac per finem numerationis educto filo deſignabis parallelum Calecuti *per propoſ.* 47. Suadeo tamen non deſcribi ſingulos parallelos ob nimiam linearum multitudinem vitandam, ſed verò notæ parallelorum inſcribi commodiſſimè poterunt in vtroque extremo horologij marginato latere, quà lineæ omnes vno tenore ad operis venuſtatem, atque elegantiam terminatæ coæquantur, vt dictum eſt *propoſ.* 60 *num.* 16. Ibidemque, tum citra, tum vltra Æquinoctialem, notatis diligenter, dicto iam modo, electorum locorum gradibus Latitudinum, eorundem debito ordine nomina deſcribes, eo modo, qui pro circulis Longitudinum clariùs *in ſequent. prop.* exprimetur.

Propoſitio LXXIII.

Circulos Longitudinum, ſeu Meridianos ciuitatum, in eodem horologio Catoptrico-Gnomonico delineare.

HI circuli ſunt ad Æquatorem recti, tranſeuntque per eius polos; quapropter eodem prorſus modo ſunt delineandi, quo horæ Aſtronomicæ: ſolùmque neceſſarium eſt eorum à noſtro Meridiano diſtantiam ſcire, & notare in gradibus Æquatoris, ſeu inter meridiem, & ortum contineantur, ſeu inter occaſum, & meridiem; nam per illud punctum in linea Æquinoctiali debitè notatum, duci debet ille circulus eo modo, quem vno aut altero exemplo facillimè explicabo.

Sit in iſto (cuius nunc delineationem explicandam propoſui) Aſtrolabio Spadano delineandus Meridianus Pariſienſis. In primis tabula Longitudinum emendatiſſimas, ſi haberi poſſint, conſulo, videoque Pariſienſem Longitudinem eſſe 24 graduum 30 minutorum cùm Romana ſit 36 Grad. 30 min. Deinde minorem à maiori ſubtraho, factaque ſubtractione ſuperſunt gradus 12, pro differentia Longitudinum, ſiue pro Meridiani Pariſienſis à Romano diſtantia. Et quia, quæ loca minorem habent Longitudinem, magis ad occidentem accedunt, idcirco ad Aſtrolabij

bij nostri partem occidentalem, quærendum est in linea Æquinoctiali, punctum illud quod à Meridiana linea distat 12 gradibus; hoc autem punctum inuenietur *per prop.* 48: per idem verò punctum ducendus est Parisiensis optatus Meridianus *per prop.* 49. Ita describam patrium inclitæ Tolosæ Meridianum; eius videlicet Longitudinem, quæ est tum apud Ptolemæum *lib.* 2 *Geogr.* tum apud alios, graduum 20, & min. 30: subduco à Romana longitudine quæ, vt iam dixi, est grad. 36 min. 30; & ita pro differentia Longitudinum elicio numerum graduum 16: tum vt antea *per prop.* 48; quæro in linea Æquinoctiali punctum, 16 gradibus distans à Meridiana versùs occasum; quia Tolosæ minor est quàm Romæ Longitudo; & per id punctum, Tolosanum Meridianum describo *per prop.* 49: è contrà si Meridianum loci, cuius Longitudo sit Romana maior, describere voluerim, vt Neapolitanum; ab eius Longitudine, quæ est 39 grad. 30 minut. subtraho Romanam videlicet 36 grad. 30 min. & supersunt 3 grad. pro differentia Longitudinum; vnde in linea Æquinoctiali, vt priùs, quæro punctum distans 3 grad. à Meridiana: sed iam versùs partem Astrolabij orientalem, quia cùm Longitudo Neapolitana, sit Romana maior; Meridianus eius est Romano orientalior. Eodem modo fiat in reliquis. Quòd si tabulas Longitudinum non habueris, tu ipse eas facilè tibi compones dummodo Mappas accuratissimas, aut globum Cosmographicum habeas; nam in eis statim perspicies inter Meridianos, quæ sit, & quanta cuiuslibet loci respectu Romæ (vel alterius ciuitatis, in qua Astrolabium construis) Longitudinis differentia.

Monitum.

Optimum erit copiosissimam tabulam Longitudinum plurimarum insignium orbis ciuitatum, dicto iam modo componere, & earum nomina in extrema vtraque horologij parte australi videlicet, ac septētrionali; quà Tropicus Lunaris vterque, iuxta dicta *prop.* 6 *num.* 8, lineas horarias terminat; suo ordine disponere secundùm successionem graduum, quos in omnibus quidem parallelis ad horarum præsertim Astronomicarum indicanda minuta; in his verò duobus insuper ad Longitudinum distinguendas differentias, notandos esse dixi *prop.* 65.

Totum id opus fiet hoc modo eleganter; prope dictos duos parallelos, extra delineationem horariam, vbi locus vacuus patet; pro quolibet Meridiano pingatur manus, velut cuiusdam sub nube latentis prolata, & indice demonstrans gradum Longitudinis conuenientem illi loco aut ciuitati, cuius simul nomen in chartula, tæniæ modo, reuoluta descriptum retinet: Hæ enim cum suis chartulis manus, longa serie duplici, videlicet ad partem australem, & septentrionalem, vno colore tantum, verbi gratia, nigro (ad distinctionem earum quæ *propos. præcedenti* demonstrant locorũ Latitudines) depictæ perpulchram simul cum illis iam dictis cæruleis, to-

ti Astrolabio coronidem contexunt. Neque verò necesse est singulorum Meridianorum lineas integras describere: imò conuenit nullorum describere; tum ob vitandam nimiam linearum multitudinem; tum quia gradus *iuxta prop. 65*, in singulis parallelis notati, pro lineis quorumlibet Meridianorum abundè sufficiunt, sicut cum proportione de parallelis locorum dixi *prop. præcedente*.

Cæterùm si quis ad hoc solùm, speciale horologium vellet construere, in quo nullæ præter Meridianos, & parallelos pingerentur lineæ; posset Geographicam Mappam Catoptrico-Gnomonicam, mirum in modum elegantem componere, in qua totius terrarum orbis hemisphærium saltē superius, cum accuratissima regnorum, prouinciarum, vrbium, montium, fluminum, & similium insignium locorum descriptione Soli reflexo ita esset exposita; vt is omnium, quæ extra Zonam torridam sita sunt, Meridianum, & consequenter horas, eorum verò, quæ Zonæ torridæ subsunt, inter Cancrum & Capricornum, non solùm horas, sed etiam parallelos demonstraret.

Imò non tantùm hemisphærium superius dicto modo depingi potest; sed etiam inferius: licet enim radius reflexus non possit in horologio tangere eam partem Meridianorum, aut parallelorum, quæ sub Horizonte nostro est ordine naturali; tamen si ea pars Meridianorum, & parallelorum debito modo pingatur, & secundùm eorum delineationem, loca quælibet insignia rectè disponantur; ostendet radius reflexus, cùm ad eos siue Meridianos siue parallelos peruenerit, horas eorum etiam locorum.

Tali autem ordine debent pingi dicti hemispærij inferioris, Meridiani & paralleli; isti quidem eodem prorsus modo, quo descripti sunt paralleli hemisphærij superioris: quia dum Sol est, verbi gratia, in Cancro; respectu vtriusque hemisphærij, pariter in Cancro est; & ita de alijs: vnde quælibet loca secundùm ipsorum Latitudines; disponenda sunt inter eos parallelos, sicut disponuntur in globo Cosmographico. Meridiani etiam eodem prorsus modo, quo in superiori hemisphærio delineandi sunt pro inferiori. Loca verò secundùm proprias Longitudines, ita sunt per eos disponenda; vt sub Meridiano, qui lineæ nostræ Meridianæ in horologio respondet, collocentur primò Antipodes nostri, & reliqua loca, quæ sub eodem Meridiano versantur: deinde ad partem orientalem horologij, ea disponantur loca, quæ respectu nostri orientalia sunt, quæ verò occidentalia, in parte occidentali horologij distribuantur. Ita enim fiet, vt cùm Sol reflexus Meridianum alicuius loci in eo hemisphærio existentis, attigerit, indicet eiusdem loci non meridiem, sed mediam noctem; reliquas verò horas illius, ex eo puncto facile erit computare. Nam si radius iam præteri erit illum Meridianum, & ab eodem distet exempli caussa 15 gradibus, erit in eo loco hora prima post mediam noctem: si verò è contrà nondum peruenerit ad illum Meridianum, erit hora ante mediam noctem, siue à meridie: atque ita ad totum hoc hemisphærium inferiùs

com-

computabuntur horæ ordine quodammodo contrario horis hemiſphærij ſuperioris, cùm viciſſim in hoc atque in illo ſint Meridianorum ſemicirculi oppoſiti.

Inſuper gemina hæc hemiſphæria debent pingi ſeparatim in duobus horologijs, atque ex duplici Gnomone Catoptrico: aut certè ſi ex eodem Gnomone, atque in eodem horologio, velit quis vtrunque ſimul depingere, neceſſe eſt (niſi etiam velit orbem, in nouum quaſi chaos vertere) vt loca omnia ſuperioris hemiſphærij, colore vno, inferioris verò loca etiam omnia colore alio diſtincto depingat, ſic etenim ingenioſo compendio omnia permiſcebit ſimul & diſtinguet.

Propoſitio LXXIV.

Lineas quarumcunque aſcendentium in Horizonte obliquo ſtellarum, in eodem Catoptrico-Gnomonico horologio deſcribere.

QVemadmodum *prop. 69* lineas aſcendentium Signorum Zodiaci, id eſt, lineam Eclipticam ſecundùm varios ſitus, quos in cœlo reſpectu noſtri horologij ſortitur, dum Signorum initia oriuntur; vel etiam dum aſſurgit cuiuſlibet Signi gradus decimus quintus vt *in corollario eiuſdem prop.* habetur; ita hìc lineas ſtellarum aſcendentium deſcribere propono; ſtellarum dico aſcendentium quarumlibet, id eſt non ſolùm earum, quæ intra Tropicos Cancri, & Capricorni continentur; ſed pariter etiam reliquarum omnium, quæ ſupra Horizontem in qualibet loci latitudine oriuntur; nullum enim quoad hoc poteſt eſſe diſcrimen; quandoquidem nullum eſt linearum genus, quo Gnomonicè radius Solis indicare valeat exortus ſtellarum, declinationem Eclipticæ maximam non excedentium, non verò excedentium.

Si enim aliquæ forent tales lineæ peculiariter ex ſuo genere addictæ ſtellis, quarum declinatio non eſt maior, quàm ſit declinatio maxima Eclipticæ; eſſent lineæ quædam in horologio repræſentantes circulos maximos, per centrum cuiuſlibet huiuſmodi ſtellæ tranſeuntes, & ad Æquatorem tali modo inclinati, vt eorum declinatio maxima eſſet æqualis maximæ declinationi Eclipticæ, vel minor (nam ſi maior eſſe poſſit declinatio; vel ſi poſſint eſſe circuli non per centrum ſtellæ tranſeuntes; non eſt cur huic potiùs quàm alteri ſimul exorienti ſtellæ addicti ſint, ſicut nec cur non etiam ad ſtellas, quæ extra Tropicos verſantur, extendi poſſit ſimile beneficium) at quicunque ſint ij circuli, & qualiſcunque eorum declinatio, ſi ipſi per centrum ſtellæ tranſeunt perfacile eſt non ſolùm demonſtrare, eos in ſuperficiem horologij gnomonicè proiectos (id eſt lineas quæ illos in horologio repræſentent) non poſſe radio in ipſos cadente indicare exortus ea-

rum ſtellarum, per quarum centra incedunt; ſed & prorſus non poſſe huiuſmodi ſeu ſtellarum ſeu aliorum cœli punctorum exortus gnomonicè indicari, niſi ope linearum, quæ ſimiles omnino ſint lineis Signorum aſcendentium deſcriptis *prop.* 69; videlicet linearum oſtendentium exortus eorum Eclipticæ punctorum, quæ ſimul cum ipſis ſeu ſtellis, ſeu alijs cœli punctis, aſcendunt.

Et vt hoc interim dicam, euidens eſt lineam aſcendentis cuiuſlibet puncti Eclipticæ, vt initij Tauri, indicare Tauri principium oriri tunc, quando radius in ipſam cadit (Sole tamen exiſtente in ſemicirculo Eclipticæ aſcendente ex dictis *propoſ.* 69) item euidens eſt eandem lineam eodem radio in ipſam cadente indicare exortum eorum omnium punctorum cœli, quæ eodem tempore ſimul cum ipſo initio Tauri oriuntur: cùm enim ea de facto puncta ſemper ſimul cum initio Tauri, in ea loci Latitudine, oriantur, cur non poterit is qui hoc optimè ſiue ex tabulis, ſiue aliunde perſpectum habuerit, certiſſimè aſſerere tunc talia puncta aſcendere, cùm ex indicio radij cadentis in lineam aſcendentis Tauri cognoſcit ipſum Taurum aſcendere?

Cùm autem hoc ita ſit, euidens etiam eſt, præter lineam aſcendentis initij Tauri, nullas alias eſſe poſſe lineas, quæ eorundem punctorum exortus gnomonicè indicare poſſint. Nam ſi ſit Sol in Capricorno, verbi gratia, radius cadet in lineam aſcendentis Tauri hora prima poſt meridiem cum pauculis minutis, quæ nunc non curo: itaque radius tunc indicabit aſcendere non modò initium Tauri, ſed etiam omnia cœli puncta, quæ tunc ſimul cum illo in Horizonte ortiuo verſantur. Si verò eſſent aliæ quædam lineæ quibuſlibet huiuſmodi punctis ſpecialiter addictæ ad hunc effectum videlicet ad eorum ortum indicandum, illæ neceſſariò incederent per communem paralleli Capricorni, & horæ primæ à meridie interſectionem; aliàs enim cùm extra illud punctum radius non ſit eo temporis momento, eas lineas per idem punctum minimè tranſeuntes non tangeret tunc; atque adeo tunc illæ lineæ non indicarent puncta cœli exoriri, quæ tunc nihilominus certum eſt oriri.

Deinde Sole exiſtente in Signo Piſcium, radius cadit in lineam aſcendentis initij Tauri, hora 9 poſt mediam noctem, & ita indicat, vt dixi, idem initium Tauri aſcendere & ſimul ea cœli puncta, quæ ſemper cum illo aſcendunt in hac latitudine Romana, in qua hoc exemplum propono, quod etiam valet in alia quauis ſimili, cùm ſit par ratio. Igitur ſi aliquæ ſint quibuſlibet huiuſmodi punctis aſcendentibus ſpecialiter addictæ lineæ, illæ neceſſariò per communem interſectionem paralleli Piſcium, & horæ 9 à media nocte incederent; aliàs enim radius eas tunc temporis non tangeret: & ita poſſem proſequi omnium Eclipticæ punctorum parallelos, per quorum, & ſimul linearum horariarum ſectiones, incedit linea aſcendentis initij Tauri; per eas enim omnes, & ſingulas ſectiones, ob modo allatam rationem tranſire neceſſariò deberent lineæ illæ, ſi quæ forent ſpecialiter

liter

liter addictæ indicando exortui dictorum cœli punctorum, quæ ſimul cum initio Tauri aſcendunt.

At impoſſibile eſt diuerſas lineas innumeris punctis in Horizonte exiſtentibus ſpecialiter addictas, atque adeo pariter innumeras, concurrere ſimul omnes, & ſingulas in innumeris punctis, videlicet in puncto, vt dixi, quo parallelus Capricorni horam primam à meridie, & parallelus Piſcium horam nonam à media nocte, & alij ſimiliter paralleli omnium aſcendentis ſemicirculi Eclipticæ graduum & minutorum, alias atque alias, ſiue à media nocte, ſiue à meridie horas ſecant, præſertim cùm omnia communium huiuſmodi ſectionum puncta in vna linea recta conſiſtant, quæ eſt ipſa linea aſcendentis initij Tauri.

Igitur præter lineam aſcendentis initij Tauri nullæ aliæ poſſibiles ſunt, quæ in horologio quouis Gnomonico, ex vmbra vel radio Solis, oſtendere valeant ortus eorum cœli punctorum, quæ ſimul cum initio Tauri oriuntur, & conſequenter nullæ ſunt lineæ, quæ ſtellarum ſiue intra ſiue extra Tropicos conſtitutarum exortus indicare valeant, præter lineas eorum Eclipticæ punctorum aſcendentium, quæ ſimul cum eiſdem ſtellis oriuntur. Cùm autem non ea ſolùm puncta cœli, quæ intra Tropicos continentur, ſed quælibet etiam alia, quæ extra verſantur; habeant ſibi in Ecliptica reſpondens aliquod punctum, cum quo ſimul oriuntur; ſequitur dictis huiuſmodi lineis oſtendi pariter poſſe exortus ſtellarum quarumlibet, ſiue intra ſiue extra Tropicos conſtitutarum.

Sed modum iam dicamus, quo pro quibuſlibet exorientibus ſtellis, in horologio noſtro lineæ diſtinguantur. In primis illæ lineæ, vt iam inſinuaui, deſignandæ ſunt eodem prorſus modo, quo ſimiles aſcendentium Signorum lineæ deſignatæ ſunt *prop. 69*: tantum ſupereſt ſpecialia pro qualibet, puncta duo in horologio aſſignare, per quæ beneficio noſtri decuſſis *ex prop. 54* deſignentur. Eorum autem punctorum alterum erit in linea Horizontali, & alterum in linea Meridiana: poſſent quidem ambo alibi inueniri, vt poſtea videbitur, ſed nunc ita conuenit in exemplo proponere. In Horizonte ortiuo, pro primo puncto erit concurſus lineæ Horizontalis, & paralleli eius puncti Eclipticæ, quod ſimul cum propoſita ſtella exoritur: pro ſecundo autem puncto, erit concurſus lineæ Meridianæ, & paralleli eius puncti Eclipticæ, quod ſtella exiſtente in Horizonte ad Meridianum peruenit.

Dixiſſem quidem breuiùs concurſus duos ſimulitaneos, vnum Horizontis cum Ecliptica pro primo, & alterum Meridiani cum eadem Ecliptica pro ſecundo; ſed volui ſimul exprimere modum, quo in horologio inueniuntur puncta quibus Eclipticam ſiue ab Horizonte, ſiue à Meridiano ſecari contingit, eo tempore, quo ſtella propoſita in Horizonte eſt. Ea enim puncta inueniuntur in communi ſectione Horizontis (ſiue Meridiani) & paralleli eius puncti Eclipticæ, quod reſpectiuè aut in Horizonte aut in Meridiano tunc temporis eſt: quoſlibet autem parallelos quorumlibet punc-

torum Eclipticæ facile eſt deſcribere *per propoſ.* 47.

Sed qua arte ſcire potero puncta illa duo Eclipticæ, quæ exoriente qualibet ſtella ad Horizontem, atque ad Meridianum peruenere? certè facillima; habeatur Stoflerini Aſtrolabium, in quo ſtellæ inſigniores accurata manu in proprijs locis debitè collocatæ ſint; & cuiuſlibet propoſitæ ſtellæ cuſpis in Horizonte obliquo collocetur; ac tunc diligenter perſpiciatur gradus Eclipticæ, qui in Horizonte eodem eſt: Nam ille eſt gradus (ſimul cum ſuis minutis, ſi quæ ſint) cuius parallelus *per* 47 *huius* deſcriptus, dabit in linea noſtri horologij Horizontali ortiua, primum punctum quæſitum. Perſpiciatur etiam tunc diligenter gradus Eclipticæ, qui in Meridiano eſt, is enim eſt gradus cum ſuis etiam minutis (vt dictum eſt) cuius parallelus *per* 47 etiam deſcriptus, dabit in linea noſtri horologij Meridiana, ſecundum optatum punctum pro linea deſcribenda, in quam cùm inciderit radius, indicabit ſtellam propoſitam exoriri.

Præterea in prædicto Aſtrolabio non ſolùm agnoſces gradus Eclipticæ, qui in Horizonte & in Meridiano, ſed etiam eos qui in quibuſlibet horarijs lineis ſunt: eos autem ſi diligenter obſeruaueris ſtatim in ſimilibus horarijs lineis noſtri horologij inuenies, ſiquidem in ſingulis lineis horarijs, ſingulos Eclipticæ gradus diſtingui iuſſi *propoſ.* 63: & ita per eorum graduum in dictis lineis notata puncta, optatam lineam deduces ambulatorio decuſſi *per propoſ.* 54.

Quia tamen in Aſtrolabio Stoflerini ſolæ illæ ſtellæ, quæ intra Tropicos ſunt, imò & ex ijs ipſis paucæ admodum continentur; ſatius erit ad Globum, præſertim inſignis magnitudinis, in quo omnes continentur, recurrere; eo enim in debita eleuatione collocato, ſi quælibet Signorum initia ad Horizontem adducantur, vno intuitu perſpicientur ſtellæ omnes, quæ ſimul cum ipſis Signorum initijs exoriuntur; ac deinde poterunt ſingulæ cum proprijs nominibus depingi in noſtro horologio iuxta, vel ſupra lineas eorum Signorum aſcendentium, cum quibus in Globo conſpiciuntur ſimul aſcendere; vt ſupra lineam Arietis aſcendentis, omnes quæ ſimul cum eo aſcendunt, & ita de reliquis: & hic modus admodum facilis eſt, & linearum multitudinem vitat; ſolùm enim vtitur illis duodecim deſcriptis *per prop.* 69, & nullas alias addit; ſed ille prior modus hoc inſuper habet commodi, quod cuiuſlibet inſignioris ſtellæ ortum exactè exprimere poteſt, iſte verò non item; quia ſtellas inſigniores non ita contingit cum Signorum initijs oriri. Vti tamen quilibet poterit hoc vel illo modo; meum enim fuit vtrunque exprimere. Conſtat autem neutro modo poſſe ſtellarum omnium exortus dictis lineis exprimi, primo enim modo quælibet ſuam lineam requirit; omnium autem lineas horologium quantumuis magnum, ſine confuſione non caperet: ſecundo autem modo pauculæ admodum cum Signorum initijs, ſaltem præcisè oriuntur.

Quòd ſi quis curioſiùs optaret qualibet diei hora cognoſcere tempus ortus ſtellæ alicuius inſignis in horologio non depictæ, vel quæ non niſi

nocte

nocte ſequente oriri poſſit: adhibeat Globum cœleſtem; cùm enim illum in debita poli eleuatione collocauerit, & gradum Eclipticæ, in quo tunc eſt Sol, diſpoſuerit in circulo horæ, quam eiuſdem Solis radius in Horologio demonſtrat; videbit ſtatim non ſolùm, quæ Stellæ in Horizonte ortiuo, vel occiduo, ſed etiam quæ ſupra, vel infra ſint, imò quantùm diſtent, & in quo circulo horario verſentur, idem ſaltem pro inſignioribus ſtellis à polo Arctico vſque ad Tropicum Capricorni contentis videbit etiam in Aſtrolabio Stoflerini, dummodo ad propoſiti loci Latitudinem conſtructo: in alijs verò Aſtrolabijs ſeu Gemmæ friſij, ſeu Ioannis Roias, quæ ſunt vniuerſalia Aſtrolabia, rem non ita facilè aſſequetur, & non niſi ſigillatim, ac per multas operationes cognoſcet ſingularum ſtellarum exortus, multò verò minus eoſdem cognoſcet, in alijs quibuſcunque, ſimiliter factis in plano, Globi deſcriptionibus, verſatili opere ad eleuationem Æquatoris, aut aliter diſpoſitis, Horizonte obliquum dati loci non habentibus quamuis poſſit nihilominus in illis agnoſci hora à meridie vel à media nocte ad quam ſtella quæuis peruenerit, ſi tamen in ijs lineæ horariæ ad motum ſtellarum minimè mobiles deſcriptæ fuerint; lineæ ſiquidem horariæ permanent, ſicut & Meridianus, dum per eas tranſeunt ſidera. Sed hæc, quæ modo dixi de Globo, deque Aſtrolabijs, minimè ſunt Gnomonica; ac proinde nunc ad me non pertinent. Alium verò modum, & quidem gnomonicum, prorſus mirabilem, & haud ſcio an ab alio aliquo hactenus cogitatum, proferam inferiùs *propoſ.* 125, quo poſſunt abſque vlla linearum in horologio confuſione innumeræ Eclipticam in quocunque ſitu exiſtentem referentes lineæ deſcribi, earum indicio faciliùs agnoſcantur ſtellarum, atque planetarum exortus, &c.

Corollarium 1.

EX dictis *in hac propoſitione* ſequitur radio Solis in horologio, cæterorum planetarum ortus gnomonicè indicari poſſe in lineis eorum tantum Eclipticæ punctorum, in quibus verſantur, vel cum quibus aſcendunt ipſi planetæ. Eſt quidem quo ad hoc aliqua inter planetas, & ſtellas fixas, diſparitas, pro exortu enim planetarum nulla poteſt eſſe conſtans linea; cùm quotidie mutent Longitudinem, ac proinde cum alijs, atque alijs Eclipticæ punctis oriantur. Stellæ autem fixæ licet ex Aſtronomorum obſeruatione moueantur ab occaſu in ortum ſecundùm ſucceſſionem Signorum, & ita mutent etiam ipſæ Longitudinem, & conſequenter puncta ortus: tamen quia motus ille tardiſſimus eſt, mutatio Longitudinis ex eo conſequens multo tempore inſenſibilis manet, ac proinde multo tempore eadem pro earum exortu linea ſenſibiliter conſtans eſſe poteſt.

Corollarium 2.

SEquitur etiam nullam lineam ſiue ſtellæ ſiue planetæ aſcendentis, poſſe toto anno exortum eius, radio Solis gnomonicè in ipſam cadente, demonſtrare; ſed tantùm media parte anni, iuxta dicta de lineis aſcendentium Signorum pro ambobus Eclipticæ ſemicirculis *prop. 69*; & hoc ipſum ſtatim euidens eſt perpendenti non poſſe toto anno ipſas ſtellas, vel planetas oriri, Sole ſupra Horizontem exiſtente; cùm Signa tantùm ſex, vel eorum complementa quolibet die oriantur.

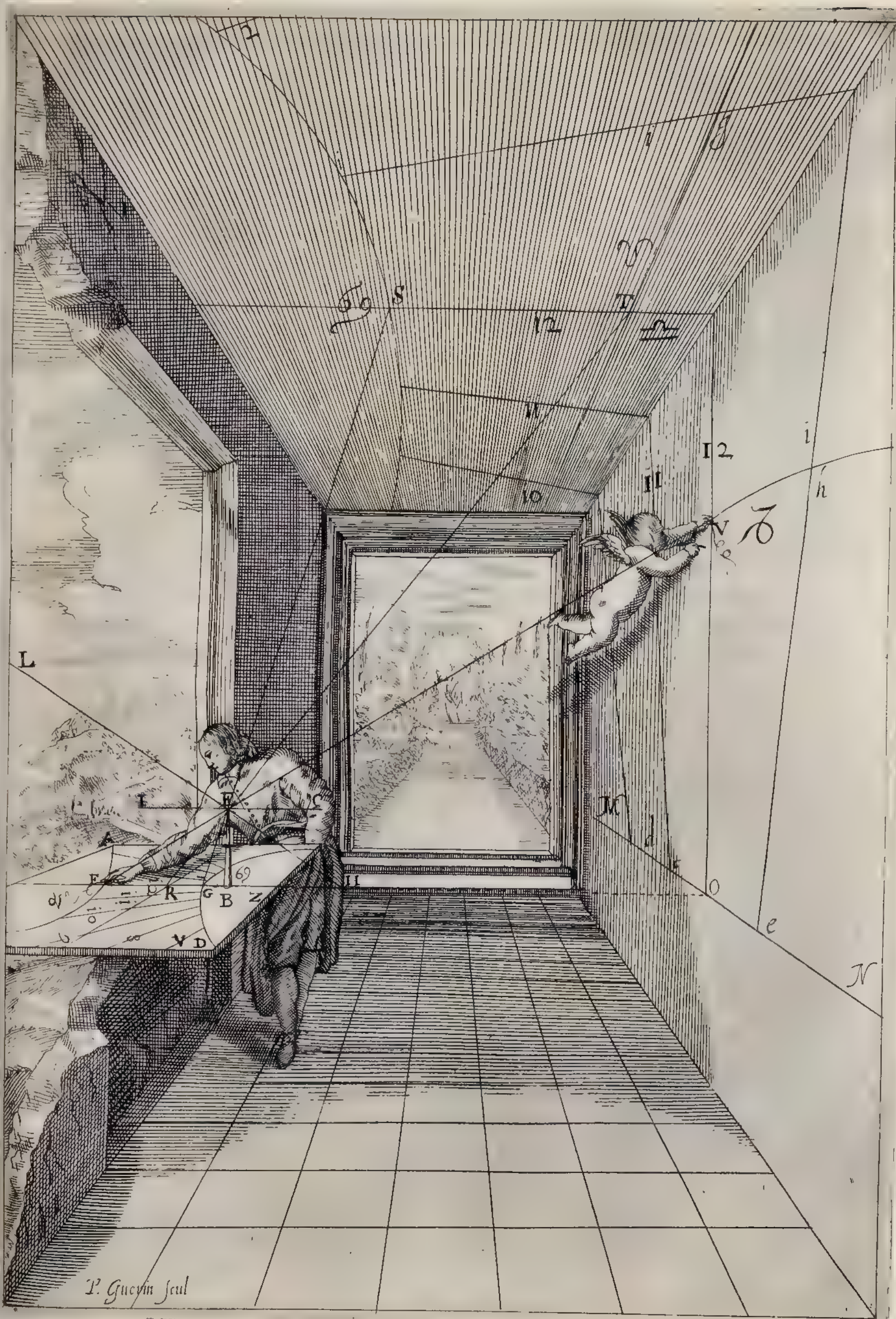
Propoſitio LXXV.

Idem ex eadem Horizontali Catoptrica Sphæra horologium, mira facilitate, in quauis, & quomodocunque diſpoſita interni cubiculi ſuperficie delineare, ſolius ope horologij optico-Gnomonici Horizontalis.

NOn deſunt præſtanti ingenio, & à natura ita comparati, qui in re Gnomonica, ſicut in cæteris ſimilibus, quaſlibet operationes ad accerrimam geometricam normam exigant; proptereaque in varijs operandi propoſitis modis, ſolam attendant praxeon fidem, & certum cum propria theoria concentum; prolixitatem verò non refugiant, nec reformident difficultatem. Sunt etiam qui compendiaria faciliora præcepta ament, prolixioribus autem, practicè licet certioribus, non pariter delectentur. Ego quidem cùm hactenus ex illorum ſenſu modum delineationis Catoptrico-Gnomonicæ, quamuis nonnihil operoſum, tamen in ipſa praxi tutiſſimum; qua fieri potuit breuitate expoſuerim: iſtorum etiam votis pariter ſatisfacturus, deinceps breuiora, & vſu faciliora tradam: operam tamen dabo, vt nihilominus ab errore in praxi quantum fieri poterit, longiſſimè abſint.

Itaque, vt nunc ad propoſitum veniam, horologium Horizontale commune Sciathericum, per ea quæ *lib. 2 prop. 35, et alijs* dicta ſunt, comparatum in aliquo ſolido plano A D, vt lapide Ardoſio grandiuſculo, ſtylum habens, ad minus ſemipalmarem, vel etiam palmarem, (nam quo longior, eo commodior) conuenienti loco diſponatur; vt verticem ſtyli habeat in eo præcisè loci puncto, in quo poſtmodum, conſtructo horologio Catoptrico-Gnomonico, ſtatuendum eſt ſpeculum, ſeu centrum illius: cæteroqui dictum Sciathericum ponatur Horizonti parallelum *per 3, 2 huius*; & linea eiuſdem Meridiano F Z, ſub circulo Meridiano diligentiſſimè collocetur *per 12, vel 13 eiuſdem*: ita tamen, vt ea illius pars, quæ borea-

lis



S
T
12
11
10
i
h
V
L
M
d
O
e
N
C
A
E
R
G
B
Z
D
P. Gueyin scul

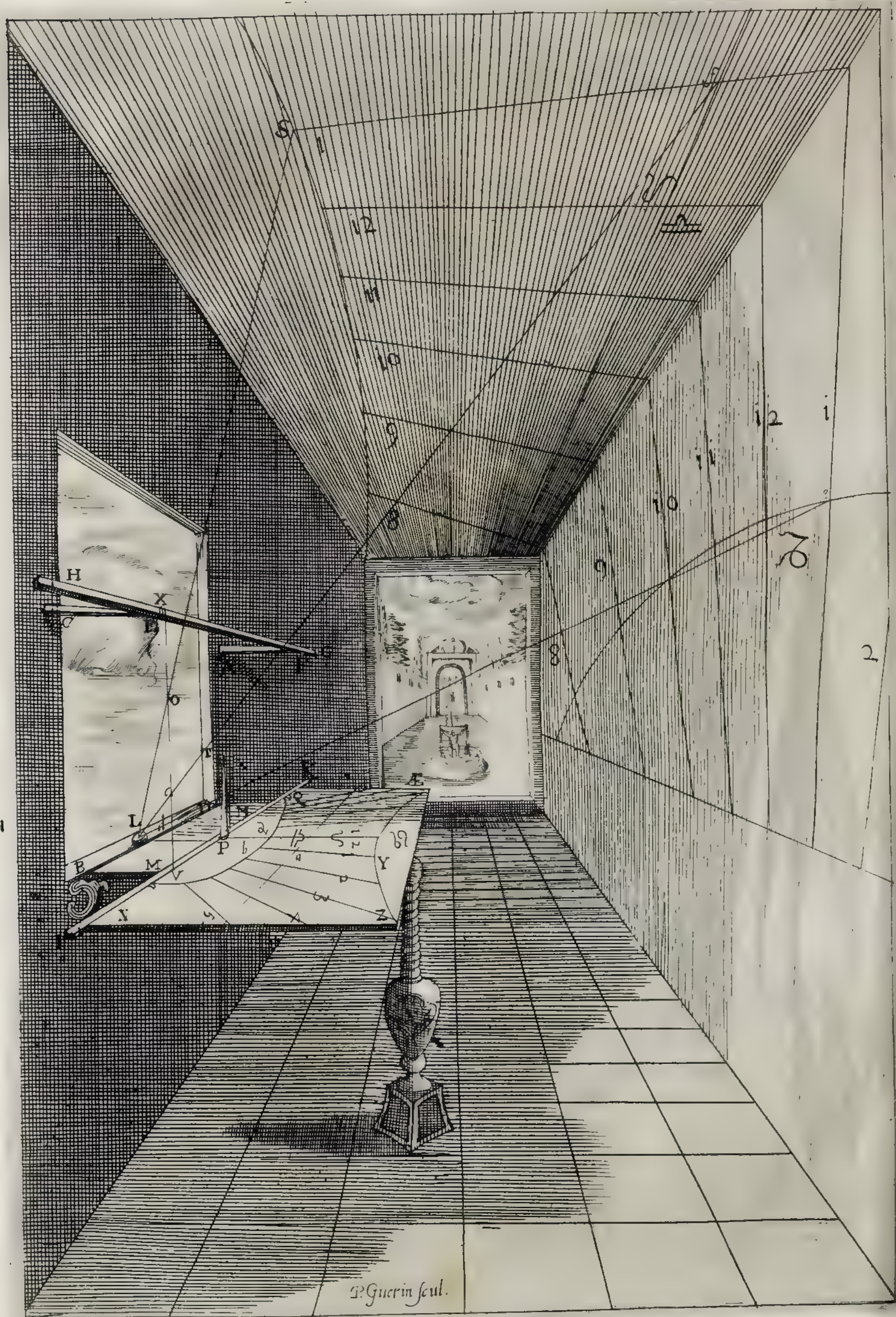
lis est, videlicet F, ad austrum vertatur, & contrà; similiterque ea quæ orientalis est, ad occasum statuatur. Ipso autem sciatherico horologio sic debitè disposito, catoptrici delineationem instituemus in hunc modum in quacunque proposita superficie.

Primò filum tenuissimum optimè tensum planitiei saxi A D, varijs in partibus, sic applicitum, vt leuiter tangat, non premat; producatur, donec oppositum parietem attingat; vt, primùm in M mox N, atque in alijs plurimis punctis, si opus fuerit: per ea verò puncta describatur linea Horizontali M N, in qua horaria etiam puncta inuenientur, si filum singulis horarijs lineis, dicto iam modo, applicetur, & extendatur donec in Horizontali M N puncta horaria ipsis respondentia contactu ipso notet, verbi gratia, si filum applicetur lineæ Meridianæ, ita vt eam æqualiter tangat totam, incedens per eius puncta F R G Z, & sic extendatur, donec ei paries in aliquo lineæ Horizontalis M N puncto occurrat, vt in puncto O; erit O punctum horizontali lineæ horæ meridiei (ita inuenietur punctum *d* pro hora 10, & *c* pro vndecima à media nocte, & pro prima post meridiem *e*; & sic de cæteris) Reliqua deinde puncta eiusdem Meridianæ, quotquot necessaria fuerint, dabit idem filum optatis in horologio sciatherico punctis dictæ lineæ F R G Z applicitum vna ex parte, ex altera verò extensum ad cameræ parietem; ita tamen, vt per styli verticem E ad amussim incedat, & sic notetur punctum in horologio catoptrico ipsi respondens, exempli gratia, si filum puncto F (quod supponatur commune esse prædictæ Meridianæ, & simul arcui Capricorni) immobiliter applicetur; & inde per verticem E in lineam rectam extensum, parietem attingat in puncto V, erit ipsum V in horologio catoptrico etiam commune eidem Meridianæ, & Capricorno punctum. Simili arte inuenietur eiusdem punctum Æquinoctiale T, si filum eidẽ horariæ in horologio sciatherico ad punctum Æquinoctiale R adhæreat, ac denique idem filum eiusdem horariæ punctum alterum solstitiale in pariete, siue laqueari (prout occurrerit) dabit; si tangens punctum ipsi, & Cancro commune G, per E styli verticem tendatur in laqueare, illudque attingat, verbi gratia in S. His demum ita inuentis punctis lineam horæ 12 describemus O V T S, vel solùm V T S; portionem quippe V O solaris reflexus radius nunquam attinget. Eadem arte cæteras horarias designabimus, notatis pro qualibet ternis punctis videlicet, vtroque Solstitiali, & Æquinoctiali (imò & alijs pluribus si, vt dixi, opus fuerit) vt pro prima à meridie punctis *h*, *g*, *i*; quod fiet, vt iam dictum est, applicando filum punctis eiusdem horæ primæ sciathericæ, & extendendo per E styli verticem, vsque ad parietis, vel laquearis contactum; cum enim is ex suppositione fiat in punctis *h*, *g*, *i*, per hæc ipsa, describenda est linea horæ 1 à meridie. Atque hoc modo vna eademque opera inuenimus puncta non solùm horaria V, T, S, *h*, *g*, *i*, sed etiam Æquinoctialia T, *g*, & tropica tum Cancri S *i*, tum Capricorni V, *h*: quibus similia simili etiam modo inuenientur; vt integras lineas tum vtriusque Tropici, tum

tum Æquinoctialis, tum alias quaſcunque in horologio ſciatherico priùs, per indicata *lib.* 2 præcepta, deſcriptas, in catoptrico-gnomonicum tranſcribere poſſimus. Quæ, vt puto, ſufficiet indicaſſe; neque enim neceſſe eſt nunc ſingula fuſiùs inſinuare.

Demonſtratio.

PEr ſtyli verticem E incedat circuli Horizontis planum: ſitque eius cum Meridiano communis (plano horologij A D æquidiſtas) ſectio I C, In linea autem F O (quæ ſit Meridiana in plano horologij A D, ſed producta) à B loco ſtyli versùs O abſcindatur B H æqualis ipſi B F; vt ſit H in eo præcisè loci puncto, in quo foret F; poſito quòd horologium A D circa immotam ſtyli B E lineam conuerſum, ex inuerſo ſitu, in quo iam eſt, reſtitueretur naturali ipſi propriæ diſpoſitioni; puncto ſcilicet F in ſeptentrionem, & Z in auſtrum verſo, totaque F Z ſub Meridiano iterum collocata: ſic autem erit H meridianum Capricorni punctum in horologio ſciatherico, in ſitu naturali; quemadmodum F, illud idem punctum eſt in inuerſo ſitu: ſic etiam erit E H vmbra meridiana Capricorni, cadens à ſtyli vertice E, & faciens cum I C, angulum H E C, angulo F E I æqualem; & conſequenter etiam æqualem ipſi C E V, cum ſint C E V, F E I inuicem æquales ad verticem. Quæ cùm ita ſint, ſi in E velut ſphæræ centro ſpeculum planum Horizonti congruat, & Meridianum Capricorni radium L E (cum quo ſcilicet vmbra E H, *per* 13 *huius*, in vna recta eſt) reflectat; reflexus hic coincidet cùm recta E V; nam *per* 8 *huius* erit ſimul cum linea vmbroſa E H, in plano circuli Meridiani tanquam in plano reflexionis, facietque, *per* 9, angulum V E C, æqualem angulo H E C: ergo in horologio catoptrico, punctum in quod cadet reflexus à ſpeculo plano, vt dictum eſt, in E poſito, meridianus Capricorni radius; eſt reuera punctum V, dicto modo rectè inuentum: & ita de alijs punctis T, S, *h*, *g*, &c. quod enim de recta E V demonſtraui; de alijs quibuſcunque, vt E *h*, E S, &c. eodem modo, ſeruata proportione, demonſtrari poteſt, ſumendo ad quamlibet pro plano reflexionis circulum aliquem Verticalem, vtpote Horizonti perpendicularem; ſicut eidem perpendicularis eſt Meridianus, qui planum reflexionis eſt pro recta E V: cùm ſit eadem ratio. Igitur recta eſt delineatio hæc horologij Catoptrico-Gnomonici, ex Optico-Gnomonico Horizontali ſciatherico. Quod fuit &c.


S
12
11
10
9
8
H
X
G
O
T
L
B
M
P
Y
Z
Æ
12
1
10
9
8
2
P. Guerin sculp.

Propositio LXXVI.

Idem ex eadem Catoptrica Horizontali Sphæra, horologium sciatherici Verticalis euersi ope delineare.

Esto ad medium fenestræ (quæ austrum ex suppositione respiciat) electus locus, in quo speculum planum Horizonti æquidistans, peracta delineationis operatione statuendum est; sitque L eius centrum: ad eiusdem verò fenestræ partem inferiorem B D, aliquantulùm sub puncto L, tabula lignea B M M D Horizonti æquidistans, mutulis, aut alio commodiori fulcri genere firmissimo sustentata, latitudine B M, seu D M saltem palmari, intus ad cameram, se exporrigat; cui ad extremam oram, in superiori planitie, confixis clauis regula lignea I K longior, ita copuletur, vt vtranque discriminet exiguum velut crenæ cuiusdam tenuis interuallum: regulæ verò labrum superius rectissimum, altitudinem puncti L adæquet ad libellam omni ex parte; quod quidem diligentiùs perficietur per ea, quæ dicta sunt *prop. 3 2 huius*: ac demum eadem regula rectos cum linea Meridiana vt L P, angulos efficiat: describatur autem ipsa Meridiana *per 1 3 2 huius*.

Præterea disponatur in superiori, vel media parte fenestræ, regula H G ipsi I K similis, & æqualis, atque etiam eidem ad perpendiculum imminens; & æquidistans, fixis in muro ligneis fulcimentis A F, C E sustentata; illique simul, & compari I K, tenue sericum filum ambulatorium conuenienti duplici in V, atque in X nodulo, siue hamulo, ita colligetur; vt vltro citroque, tum versùs G K, tum versùs H I ad placitum duci queat, & reduci, ac debitè compositum optato loco in lineam rectam distendi. Eidem filo globulus perexiquus, vt gemmula, vel quid simile, tenui foramine peruium, bellè committatur, quod facilè moueri possit sursum atque deorsum, necnon in optato loco firmiter consistere.

Deinde in aliquo plano Q Z, magno quidem sed non admodum graui (quale esse posset ampla quædam, ligneis quatuor consertis in quadrum regulis agglutinata, & optimè distenta membrana) horologium Verticale delineetur *per ea quæ dicta sunt propos. 34, et aliis 2 huius*, præsertim magnum, seu Gnomone longiusculo, vt P T saltem palmari. Ipsum verò hoc planum à parte horologij superiori N Q (in qua scilicet est cum stylo P T linea Horizontalis) cum regula I K aptè connectatur consertis pariter fibulis (vt cernere est in extrema vtraque parte arcus Capricorni) quo nimirum facili circa eas conuersione attolli possit, donec latus Z Æ, regulam H G æqualiter tangat; & mox iterum deprimi, ac subiecta in sede reponi.

Sunt autem hìc obseruanda accuratissimè tria. Primum est, vt horologij Q Z eleuati ad situm verticalem, dum scilicet latus Z Æ congruet re-

gulæ HG, linea ipſius Horizontalis (in qua ſcilicet eſt ſtyli PT locus P) reuera Horizonti æquidiſtet ad libellam cum L centro ſpeculi, vt dictum eſt de regula IK. Alterum eſt, vt ſtyli vertex T (horologio etiam, vt dictum eſt, eleuato) optimè conueniat cum puncto L. His quippe debitè obſeruatis, erit horologium in ſitu euerſo quidem, ſed futuræ catoptricæ delineationi accommodato; ſecundùm quem inuerſus etiam ordo numerorum, qui lineis horarijs aſcripti ſunt, indicat partem Sciatherici ita diſpoſiti pomeridianam QÆ, catoptricæ delineationis parti antemeridianæ ſeruire, & contrà; ita vt horæ à meridie in horas à media nocte, & horæ ab occaſu in horas ab ortu vertantur in horologio catoptrico. Tertium eſt, vt ambulatorij fili optimè intenti linea recta, tum in VX, tum in alijs vtriuſque regulæ IK, HG punctis, ſubinde collocanda æqualiter cohæreat plano ſciatherici QZ, vt dixi, diſpoſiti in ſitu ad Horizontem perpendiculari.

His itaque comparatis, modum operandi vno verbo aperio in exemplo; ſit linea horæ 1. à meridie Y *a b* (ordine, vt dixi, inuerſo) è ſciatherico QZ, in catoptricum horologium tranſcribenda. Eleuetur ipſum ſciathericum, donec latus eius ZÆ coniungatur regulæ HG: tunc verò moueatur filum VX versùs KG, vel IH; globulus autem eidem filo implicitus, etiam moueatur ſurſum, vel deorſum, donec optimè conueniat puncto, verbi gratia Y, quo dictam horariam Cancri arcus ſecat; ſitque tunc in filo, globuli locus O: hoc autem prorſus inuariato deprimatur horologium QZ, & à puncto L filum (quod eidem L optimè colligatum adhæreat) per globulum O educatur, extendaturque, donec validè intentum, ac ipſi globulo leuiter attracto conueniens, cameræ ſeu teſtitudinem, ſeu parietem tangat: inibi enim, videlicet in eo contactus puncto, imprimenda eſt nota vt S, quæ in horologio catoptrico, punctum erit horæ 1 à meridie in quod Sole Cancrum poſſidente radius à ſpeculo plano in L exiſtente, & Horizonti æquidiſtante, reflexus emittetur.

Eodem modo propoſitæ horariæ punctum aliud *b*, ipſi videlicet, & Capricorno commune, in horologium catoptricum transferetur; ſi eleuetur rurſus ſciathericum QZ, & filo VX paulùlum ad partes GK delato globulus ex O versùs V adducatur donec in *d* exiſtens, conueniat horologij QZ puncto *b*: tum amoto, vt priùs, ipſo ſciatherico QZ, filum ex L per *d* extenſum dabit in pariete punctum *e*, tactu ipſo indicatum, pro hora 1 Capricorni. Tertium etiam eiuſdem horariæ punctum quodcunque, verbi gratia, æquinoctiale in horologio catoptrico inueniemus eodem modo; ſi nimirum eleuato ſciatherico QZ, filum VX iterum reducamus versùs IH, & globulum moueamus ſurſum, donec in puncto, verbi gratia *c*, quieſcens, ſciatherici punctum *a* dictæ horariæ, & Æquinoctiali commune tangat: tunc enim, vt priùs, amoto ſciatherico, fili ex L per *c* extenſi appulſu ad laqueare, inueniemus æquinoctiale eiuſdem horariæ 1 punctum *f* in horologio catoptrico.

Simili

Simili verò arte, quæcunque alia non ſolùm horarum Aſtronomicarum, & Signorum Zodiaci; verùm etiam aliarum linearum optata puncta in horologio catoptrico inuenientur, dummodo priùs in ſciatherico eædem deſcriptæ ſint lineæ; ſicut in iſto, quod picta pagina exprimit, horæ Aſtronomicæ cum Æquinoc. ac Tropicis deſcriptæ cernuntur. Horizontalis verò lineæ puncta inuenientur, filo ex L ducto per labrum ſuperius regulæ I K, vt anteà dictum eſt, ad libellam diſpoſitum. Eſt porro neceſſe hac in praxi ſocium adhibere, cui ſaltem curæ ſit, ſolicitè obſeruare fili ex L educti contactum cum gemmula, ſeu globulo, & cum regula I K, &c.

Demonſtratio.

SI dum horologium ſciathericum, Verticali circulo æquidiſtans, ſed euerſum, (id eſt ſtylo, & linea Horizontali partes imas tenentibus; & ſimul parte pomeridiana locum antemeridianæ, ac è contrà, occupante) verticem ſtyli habet in L; intelligatur aliud ordine, & ſitu naturali ſciathericum, communem habens cum illo lineam Horizontalem, & Gnomonem etiam eundem; cum hac ſolùm differentia, quòd pro euerſo horologio in L ſit ſpeculum planum, tum ipſi tum alteri etiam ſub ipſo, vt dictũ eſt diſpoſito horologio pariter perpendiculare, id eſt Horizonti æquidiſtans: facilè intelligetur ſciathericum euerſum, locum tenere catoptrici, per ea quæ demonſtrata ſunt *prop.* 11, & 13 *huius* atque adeo filum ex L ad puncta Y, *a*, *b* extenſum radij reflexi loco eſſe, attingentis ſuo tempore ea puncta horaria.

Quo poſito ſi planum Q Z perſpicuum eſſet veluti cryſtallinum, radius reflexus per Y incedens, rectà perueniret in S, & ſimiliter per *a* tranſiens perueniret in *f*, &c. imò verò ipſum filum ex L procedens vice radij perueniret etiam in S, & *f*, &c. ſi factis in Y, & in *a* &c. foraminibus, per ea in ſuperficiem cameræ tenderetur. Sed nos longè commodiùs ſpreta foraminum inepta multitudine, illamet puncta ex horologio ſciatherico fideliter excerpta, fili V X globulique ope, amoto etiam ſciatherico, firma in aere retinemus in O, *c*, *d*. Itaque per O, *c*, *d*, quæ nunc æquiualenter ſunt ipſamet Y, *a*, *b*, liber filo ex L educto tranſitus patet, vt pro ſciatherici horologij punctis Y, *a*, *b*, denotet legitimè in catoptrico puncta reſpondentia S, *f*, *e*; vnde hæc, ſicut & illa ſunt puncta horæ à merid. 1, in Æquinoctiali, ac vtroque Tropico: & ita de alijs, cùm ſit par omnino ratio. Igitur horologium catoptricum è ſciatherico Verticali rectè delineauimus; quod erat propoſitum.

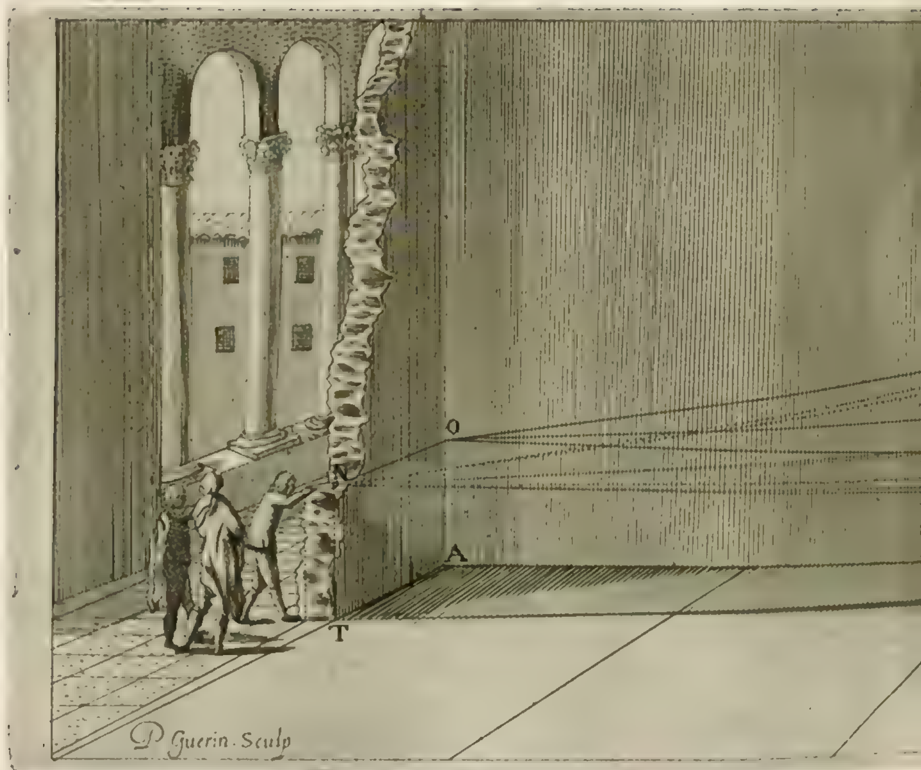
Propositio LXXVII.

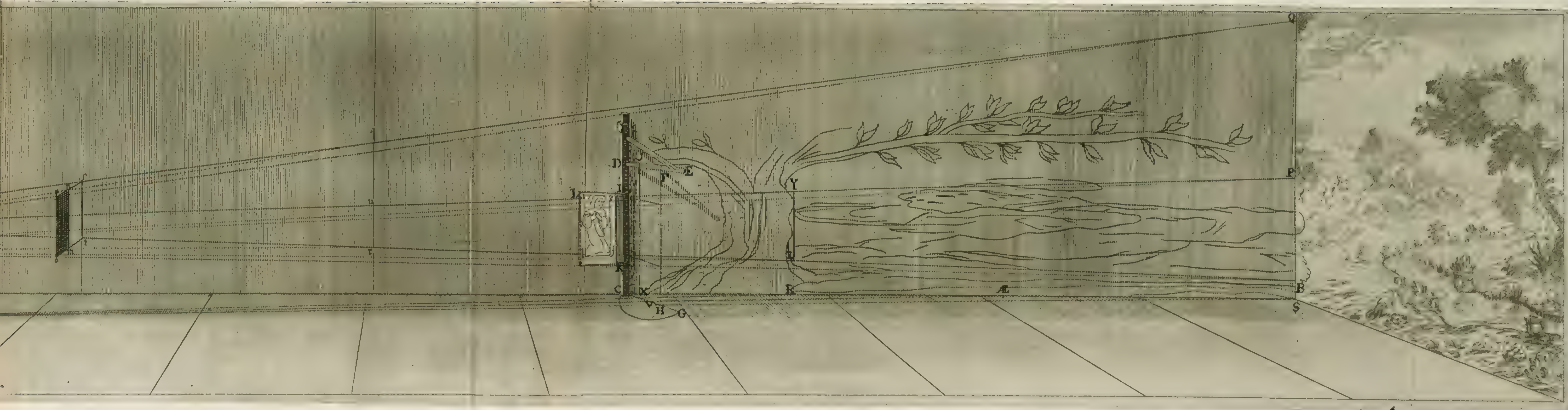
Mirum, ac fidelissimum artificium tradere, quo expressa coloribus in tabella effigies, potest in superficie quacunque parietis, fornicis &c. facillimè, & expeditissimè deformari tali modo, vt procul, atque ex assignato puncto in latus prospecta, opticè reformetur; appareatque nitida, concinna, & prototypo simillima: propius autem, & ex aduerso inspecta dissipetur; & aliud quippam à se distinctum, bellè tamen expressum ostendat.

A Catoptricis ad Optica paululùm digredior, non propter argumenti affinitatem (quæ nulla hìc est) sed propter modorum operandi similitudinem in operibus licet diuersis. Hanc autem occasionem (cùm aliam non sperem fore mihi deinceps oportuniorem) nunc sumo, vt votis, ac precibus satisfaciam plurimorum amicorum, qui id à me sæpius expostulauere; cùm non sine voluptate vidissent delineatam huiusmodi à me, in hocce nostro regio Conuentu Romano, effigiem Sancti Patris nostri Francisci de Paula; rati non prodijsse adeo concinnam, nisi singulari quadam, & eximia deformandi arte. Et verò, vt ingenuè fatear, præter accuratæ in ea designanda diligentiam manus, eiusdem ita deformatæ concinnitas, in ea præcipuè nititur artificiosæ praxis forma, quæ maximè ad naturam visionis è longinquo, atque ex obliquo exercendæ, theoreticè accommodata est, vt experientia pariter & ratio demonstrant.

Ego tamen non facilè passus sum persuaderi mihi, vt Perspectiuæ huic meæ vranographæ parergon istud scenographicæ adumbratæ deformationis annecterem; præsertim animaduertens, de eadem fusè, iam iterum egisse R. P. Niceronem noua editione, qua Perspectiuam suam mirabilem æquè, & curiosam vertit, ac extendit in Thaumaturgum opticum, non minùs ipse Thaumaturgus, qui res adeo miras atque difficiles, mirabili facilitate, & pari diligentia edisserat, perficiatque; maiora sine dubio perfecturus, si præclaro eius ingenio & præstanti virtute diutius frui nos, Deus Optimus Maximus annuisset: quia nihilominus idem pro sua humanitate in Thaumaturgo præclaram cum laude mentionem facit istius meæ, quam dixi, deformationis, vt & cæterarum mearum rerum; ea commendatione, & speciali circa hoc ipsum ad me, paulò antè quàm è viuis excederet, directa epistola cunctanti animos addidit, vt eam hìc breuiter methodum exponerem, quam à me ipso multis ab hinc annis excogitatam (sumpta sanè forma operandi, ex quadam ab Alb. Durero in sua Geom. vsurpata praxi) non minùs facilè, quàm fœliciter in opus redi-

gi


O
N
A
T
P Guerin. Sculp



gi conſtat tum ex alijs, tum ex hoc iam dictæ effigiei deformatæ exemplo. At ne quid ego ad Thaumaturgum addere voluiſſe videar, ſolùm proferam, quem amici poſtulant modum, hac in re operandi, meum, cum ijs, quæ ad eius demonſtrationem neceſſaria viſa fuerint; is verò ſic ſe habet.

Eſto in porticu palmos longa 165, ſuperficies parietis plana (perinde eſt ſi non ſit plana) A Q; in cuius extrema vna parte, versùs QS lineam angularem, proponitur effigies deformanda, tali arte, & commodulatione; vt prototypo L K conformis appareat reſpicienti à quodam in altera extrema parte dato puncto N, cuius diſtantia ab eadem A Q ſuperficie parietis, in linea ad ipſum perpendiculari O N, ex hipotheſi eſt palmorum octo cum ſemiſſe. Inter QS, & O A angulares extremas lineas, deſcribatur dirigente perpendiculo, recta Y R, pauimento occurrens in R; tali ac tanto ab QS interuallo, quantum poſt accuratam obſeruationem deprehenſum fuerit, ſumi poſſe, ac debere, vt oculus in N conſtitutus non facilè poſſit pernoſcere diſtantiæ diſcrimen, quo duæ illæ lineæ inæqualiter ab eodem puncto N diuelluntur, appareantque ambæ ex æquo ferè, remotæ: ego quidem interuallum inter eas poſui palmorum 53 ferè expertus illud ab oculo N, etſi quodammodo percipiatur; non tamen diſtinctè percipi tanquam magnum interuallum.

Hoc modo definita duarum rectarum Y R, QS, intercapedo dat latitudinem ſectionis (ſectionem hìc voco, cum Perſpectiuis, planam, aut aliam ſuperficiem in quam radij optici per rem viſam profuſi incidunt) reſpondentem latitudini iconis in tabella L K. Eſt verò ſummum in hac definienda latitudine negotium, ex quo totius operis ſymmetria, & pulchritudo dependet; vt poſtea magis dicam tum inter demonſtrandum, tum in appendice: quapropter in id præcipuè incumbendum eſt, vt iuſta, & non immoderata præſcribatur latitudo. Ea verò, vt dictum eſt, iam præſcripta, ducatur A T in pauimento ad A S perpendicularis, æqualis autem ipſi O N, id eſt, palmos octo & dimidium longa; vt punctum T ſub N, ad perpendiculum conſtitui intelligatur: tum fixis tribus clauulis in T, R, S, bombycina duo fila tendantur T R, T S, velut duo extremi radij pyramidis opticæ totam prædictam ſectionis latitudinem complectentis angulo R T S: ac præterea eodem angulo R T S *per 9 1 elem.* bifariam diuiſo, filum aliud prædictis ſimile, vice ac loco axis optici tendatur T Æ.

Deinde, quia facultati videndi, ſpectata viſibilis magnitudine, tale quoddam, cæteris paribus, præſcriptum eſt à natura diſtantiæ interuallum; vt quod vltra illud obijcitur oculo, minùs clarè, ac minùs diſtinctè cernatur; cùm ſit etiam aliquis terminus, vltra quem omnino non cernitur: idcirco propoſita, in tabella L K, effigies; ſpectata eiuſdem magnitudine; tali à puncto T interuallo inter ipſum T, & Æ directè in T obuerſa collocetur, vt diſtinctè, & clarè videri poſſit: iſta, quam ego de induſtria elegi depictam ad procerioris humanæ ſtaturæ modos; collocari facilè poteſt ad palmorum diſtantiam fere 95 in V: ideo autem huius magnitudi-

nis

nis iconem elegi, vt ab oculo quidem remotiorem, ſectioni verò proximiorem ponerem: Sic enim (vt ipſa in praxi experientia clariùs docet) certior eſt, & errori minùs obnoxius radiorum ductus per iconis puncta ſingula in ſectionem. Moueatur tamen circa V tali modo icon; vt ab directo aſpectu deflectens, angulos cum axe optico T Æ, conſtituat obliquos; inde acutum T V X, graduum 60; hinc obtuſum T V H, graduum 120; (quod facilè erit ducto ſemicirculo circa centrum V) & obſeruetur quantam eius in eo ſitu partem complectatur angulus opticus X T H, ſiue R T S: hæc enim eſt rata latitudinis eius pars, quam deformatam, commodè excipiet ſectionis latitudo, vt ſuprà, definita.

Itaque ad menſuram X H, creta deletili definio in tabella L K aream parallelogrammam *a f*; cuius latitudo *a e*, *b f*, æqualis ſit rectæ X H; altitudo vero *b a*, ſiue *f e*, ſit ad modum altitudinis iconis, cæteroqui ad placitum: neque enim quoad altitudinem obſeruanda eſt ſpecialis aliqua inter aream hanc, & aream ſectionis proportio, præter eam ſolam, quam anguli optici dilatatio præſtituit: quia hìc cùm nulla, aut fere nulla ſit in altum obliquitas proſpectus; nulla etiam eſt ſecundùm altitudinem inſtituenda deformatio.

Præterea ſingulas iconis, in area *a f* incluſas particulas, frontem, naſum, ſupercilia, oculorum orbes, palpebraſque, os, barbam &c. ſimiliterque veſtis amplitudinem, ſinus omnes, lacinias &c. accuratiſſimè circumſcribo extremis cretaceis, mea vel potius docta cuiuſdam pictoris manu deductis lineamentis; quæ quidem, è picta tabella, in ſectionem organicè tranſlata, ſimulque ipſa tranſlatione deformata, ſingularum earum partium deformationi debitos terminos præſcribent.

Vt verò ipſam tabellam conuenienti, ad opus dictæ tranſlationis atque deformationis, modo & loco diſponam: rectam H X produco donec parieti occurrat in C: atque ad illud punctum erigo Horizonti perpendicularem tigillum C D, ferreiſque in parietem depactis retinaculis confirmo: deinde producta in alteram partem eadem H X ad tertium vel quartum digitum vſque in G, clauum ferreum inibi defigo; illique ſimul, & alteri ex oppoſito in C fixo, funiculum C G adalligo congruentem cum eadem recta X H, atque facientem cum ſuperficie parietis angulum acutum G C S: huic verò ſimilem E D P angulum faciat ſupernè, cum eodem pariete regula lignea D E, tigillo C D ad angulos rectos firmiter adhærens, funiculo C G æqualis, eidemque ad perpendiculum imminens: vtrique autem, id eſt funiculo, & regulæ ſimul, adalligo filum F H ſericum, tenue, ambulatorium, optimè tenſum, inſertum gemmulæ, vel ſimili cuipiam globulo valde exiguo, ſubtiliter per centrum terebrato, ſurſum ac deorſum per ipſum inſertum filum facilè ad nutum mobili, ſtabili tamen; ne ſuo ipſius pondere prolabatur, aut aliter præter inſtitutum, ſtationem deſerat. Ipſum verò filum nunc ita diſpono, vt ſecans in H radium T S, Horizonti ſit ad angulos rectos, vt videlicet directæ per ipſum ex N lineæ opticæ cadant

in

in QS extremam deformandæ imaginis remotissimam lineam.

Postmodum tabellam L K, tigillo C D annecto consertis pariter in I, & K aptis fibulis, vt circa illas liberè huc illuc verti possit. Sed tria hic accuratè obseruanda sunt. Primum est, vt tabellæ L K è fibulis suspensæ, conuersæ autem & ad contactum fili F H adductæ linea cretacea *a b* eidem filo congruat: congruet verò simul altera eiusdem cretacea linea *e f*, filo in X *s* translato, & similiter ad perpendiculum disposito, secantique radium T R in X. Alterum est, vt eadem tabella supra C, in tigillo C D, ita eleuetur versùs D; vt parte sui dimidia, vel duabus tertijs, prout loci dispositio permiserit; oculi N altitudinem superet: sic nempe deformata imago, commodum in pariete obtinebit locum; neque editiorem quàm par sit; neque etiam humiliorem, ita vt recta iconis linea *b f*, in Z B opticè cadat; & *a e* in Y P: quo posito erit tota imaginis deformatæ area Y B, respondens eiusdem rectè formatæ areæ *a f*. Tertium est, vt tabella L K filum F H (vt dictum est) tangente, id est in plano G C D E existente, effigies in ea depicta non in B P, sed in N respiciat; præsertim si in ea aliquid sit, quod è dextro in sinistrum, vel è contrà, verti minùs conueniat: nam si oculo N sit auersa; dextra eius sinistra fient in deformatione: è contrà autem dextra perstabunt in situ dextro, si oculo N aduersa constituatur. Ego tamen (quia in hac mihi proposita pia effigie nihil tale animaduerti, quod è sinistro fieri dextrum, vel è contrà; recto siue positus siue habitus ordini repugnaret) id prorsus non curaui: imò verò multùm sollicitus fui, vultum deformatum cum reliqua figura ita disponere, vt respicienti ex N quodammodo aduersus appareret; atque adeo (iuxta accommodatum naturæ situm) partem sectionis, oculo viciniorem occuparet, pes verò, cum cæteris posterioribus, remotissimum: vnde tabellam L K auersam posui respectu oculi N; ac propterea eandem collocaui inter filum F H, & oculum N; quam aliàs collocari oporteret inter idem filum, & B P.

Præterea ab clauulo in N defixo, religo tenuissimum sericum filum longitudine tali, vt ab N vsque in B pertingere possit: istud namque varijs subinde iconis punctis, seu (quod in idem recidit) gemmulæ optica ipsorum loca sigillatim occupanti (vt mox dicetur) admotum, vicem geret opticorum radiorum, qui per illa met puncta translapsi formas eorundem intelliguntur in sectione depingere. Ad hoc autem omnino necesse est, iuxta dicta *ad postulatum 5 huius*; filum bombycinum validè intendi, quò nimirum (si possibile sit in tanta eius longitudine) lineam rectam efficiat: quamuis perinde fœliciter fiet opus, licet serica illa linea aliquantulùm à mathematica rectitudine deficiat, dummodo defectus non sit magnus, & semper sit vniformis; vniformis autem erit, si in longitudine æquali, vi etiam seu attractu æquali filum intendatur.

His tandem, vt dictum est, debitè dispositis optata deformatio eodem prorsus modo perficietur, quo *præcedenti prop.* facta est, horarij Catoptrici è Sciatherico, delineatio; videlicet fili ambulatorij, & gemmulæ mobilis

appli-

applicatione ad quorumlibet cretaceorum in tabella deſcriptorum lineamentorum puncta, quæ viſa fuerint neceſſaria, & alterius fili diſtenti ex N per gemmulam deducti appulſu ad parietem: ſic enim extenſum filum dabit, & contactu ſignabit in ſuperficie parietis, punctum optice reſpondens illi eidem tabellæ puncto, cui applicata ſubſiſterat in filo ambulatorio gemmula: neque circa hoc difficultas noua vlla eſt, quæ ex dictis *ea propoſitione*, non ſtatim ſuperetur. Tantùm iſta adhibenda eſt cautio, vt frequentiſſima pro quolibet lineamento (ſi neceſſe fuerit) in ſectione puncta ſignentur (præſertim cùm ea lineamenta non vnam quandam rectitudinis, aut curuitatis formam ſeruent) ſic enim multiplicatis punctis fideliſſima erit deformatio.

Ductis demum hac arte, deformatiſque in ſectione extremis quarumlibet partium lineamentis; colores graphicè apponantur conuenientes ſuis quique locis, diffuſi, diſſipati, interciſi, collecti, prout exegerit ipſa lineamentorum deformata diſpoſitio. Ponantur autem iuxta leges pictoriæ artis vbi oportuerit, ſuaues, auſteri, ſurdi, blandi, ſaturi, diluti ac medij; ea tamen peculiari lege, vt in parte, quæ vicinior eſt oculo N, languidiores; in parte verò remotiore vegetiores; ac in media, medij etiam, ſeruata proportione, diſtribuantur. Hac nempe arte, remotior pars deformatæ imaginis fiet ipſa colorũ viuacitate magis conſpicua; & hoc ipſo apparebit quodammodo propinquior: ſolent enim quæ propinquiora ſunt, euidentiùs conſpici: altera è contrà propter colorum vim remiſſiorem, cernetur minùs clarè, & ideo remotior exiſtimabitur: ob hunc autem æſtimatum acceſſum partis remotioris, & receſſum vicinioris, fiet quædam vtriuſque, ad æqualitatem, apparens diſtantiæ commenſuratio; vt imago deformata, in ſitu non obliquo, ſed directo eſſe videatur: quod quidem ad perfectionem reformationis omnino neceſſarium eſt.

Priuſquam vltima coloribus inducendis manus adhibeatur, diſtinctioribus grammicis deſcriptionibus formentur monticulorum, fluuiorum, ædificiorum, vallium, nemorum, agrorum, viarum, aliarumue huiuſmodi rerum ſimilitudines; illæ ſcilicet, quas quodammodo confusè exprimere viſi fuerint productiores quilibet imaginis deformatæ tractus: atque in ijs monticulis, vijs, ædificijs, &c. leui penicillo minutiores figuræ pingantur, quæ in proſpectu ſit, & coram cernantur: hæ namque iucunda fallacia intuentem detinent, ne quid addubitet inibi vlteriùs eſſe, quod ars occultauerit. Ego in hac à me deformata, Santiſſimi Franciſci noſtri effigie; eiuſdem Patris inſigniora virtutum, & operum monimenta, minutis huiuſmodi figuris pingenda curaui. Sed quæ de his dici fuſiùs poſſent, accuratiùs ediſſerit Thaumaturgus Opticus Niceronis noſtri, poſſuntque apud eum videri.

Non tamen præteribo; colores album & nigrum (vel etiam alium quemlibet vnum, in quouis genere ad lucis tantùm, & vmbræ diſcrimina temperatum) optimos eſſe, & vt docet experientia maximè ad propoſitum

tum; accommodos; idque duplici de causa, primò quia pictura hæc deformata, coram inspecta, dum sine colore natiuo, & simul absque solita partium proportione cernitur, minimè ostentat arcanam effigiem, quam continet, vbi è contrà natiuus color, seu natiuo similis, vultum, manus, vestem aliaque huiusmodi prodit, quantumuis occultata lineamentis deformatis. Deinde etiam quia quælibet minutiores (de quibus iam dicebam) figuræ faciliùs ad placitum, in quauis deformatæ imaginis parte, ijsdem in commune vocatis coloribus efformantur; eædemque sic efformatæ conuenientiùs, nullo incursante alieno colore, compingunt pariter omnes præcipuam deformatam imaginem.

Iconi conuenienter ex dictis deformatæ, parerga addidi talia, quæ præcipuè iuuarent ad visum faciliùs decipiendum: nempe inter oculum N, & deformatam imaginem, toto eo spatio, quod continetur lineis R Y & C D, obieci velut longæuæ arboris partim truncæ partim patulæ stipitem ingentem vehementi coloris vi conspicuum: longiùs autem velut à tergo deformatæ imaginis, campos latè apertos, montes ædificiaque ac nemora, & alia eiusmodi, longinquo prospectu, tenuibus & leui penicillo ductis lineamentis, finxi; ac inibi venatorum, & canum, ac feræ, aliarumque similium rerum corporò exigua paucissimis vmbris, exigua luce, velut à longè spectabilia disposui: cùm enim hæc, tum ob coloris debilitatem, tum ob paruitatem molis, appareant valde remota; efficiunt, vt ea imaginis deformatæ pars, quæ coniuncta illis est, colores (vt supra monui) habens viuidiores, & crassiores vmbras; appareat respectiuè multò vicinior: è contrà verò truncus ille arboris crassior interpositus, quin & cubiti dextri partem extremam occultans non solùm abrumpit, vt sic dicam, & aspectui subtrahit continuitatem illam, qua perpetuus paries O B cum sectione Y B obliquum situm communem habet; sed etiam efficit, vt imaginis pars oculo vicinior, languidos (vt etiam suprà dixi) colores habens; appareat, comparatiuè remotior. Et ita ambæ imaginis partes extremæ, in simili, & æquali ab oculo N distantia apparent.

Vim etiam ad decipiendum conferet si ad punctum N, parietem (siue ianuæ inibi fortè existentis valuas) traijciat tubulus longitudine saltem palmari, angustior in parte postica, in antica verò latior, tali forma, & mensura, vt sola per eum imago, in extremo ambulacro deformata, cum alijs circa eam (vt paulò ante dicebam) sola deceptionis causa, pictis; cerni queat vnico oculo pone parietem ori tibuli admoto. Et præterea quia tubulus iste eo situ erit necessariò ad parietem O P, atque ad imaginem in eo deformatam obliquus; ne (si fieri potest) intuentem vlla, vel minima, subeat obliquitatis imaginatio, opto auersam ianuæ vel parietis superficiem (quæ videlicet obijcitur accedenti ad os tribuli tenue) ita disponi, vt perpendicularis sit (imò malim in partem contrariam inclinari) ad ipsius tubuli axem, sic enim erit simul perpendicularis ad axem opticum, & hoc modo intuens faciliùs decipietur, ratus se directo, non autem obliquo, obtutu

tutu cernere, adeoque minùs, & forſitan minimè, deprehendet rem eſſe deformatam, quam cernit.

Demonſtratio.

TOta huius operis, ad viſum decipiendum compoſiti, perfectio in eo verſatur; vt deformata in ſectione Y B imago, ad eandem ſymmetriam reformetur conſpecta ex N, ad quam formata conſpicitur in prototypo *a f*. Ad hoc verò, duo præcipuè requiruntur: primum, vt puncta eiuſdem deformatæ imaginis debito ordine reſpondeant punctis prototypi: alterum (in quo præcipuum rectæ deformationis negotium vertitur) eſt, vt ſitus, quem deformata imago, obliquum in ſectione habet, appareat non obliquus, ſed talis, qualis in prototypi viſione perfecta eſſe ſolet. Neque aliud puto deſiderari, vt deformata effigies prototypo verè conformis appareat, adeoque apparenter reformetur. Hæc verò duo ſimul, & coniunctim, neceſſariò requiri ita manifeſtum eſt; vt alterutrius defectu a ſymmetra ſit deformatio; & præſertim (quod maximè velim obſeruari) defectu ſecundi: cùm enim non niſi propter ſitum parietis obliquum, accidat imagini, in eodem pariete depictæ, deformatio; conueniens eidem reformatio nunquam obueniet; quandiu illa in ſitu, vt eſt, obliquo eſſe apparebit: è contrà verò ſtatim hoc ipſo reformationem ſuſcipiet, quo opportuna viſus fallacia, obliqui ſitus apparentiam deperdet.

Itaque cùm quoad primum indubitata fides huius artificij ſatis conſtet ex modo ipſo operandi, quem euidens eſt, legibus tum opticis, tum geometricis maximè eſſe conformem: quoad alterum oſtendo apparentiam obliqui ſitus ab aſpectu remoueri ijs ſeruatis quæ circa hoc obſeruanda præſcripſi. Quia ex obliqui ſitus definitione, quam habet Aguill. *ad prop.* 31 *lib.* 3 *optic.* conſtat obiecti obliquè viſi alterum extremum viſui propinquius; alterum verò eſſe neceſſariò remotius: euidens eſt apparentiam ſitus obliqui, hoc ipſo tolli; quo apparentia inæqualitatis diſtantiæ tollitur. Et quia ſectionis Y B obliquum reſpectu oculi N ſitum habentis, extremæ duæ lineæ Y Z, P B, hæc remotior, illa propinquior, talibus & talem inter ſe proportionem habentibus interuallis, diſtant ab eodem oculo N *per conſtructionem*; vt ille diſtantiarum differentiam non facilè diſcernat: ſequitur ab eodem non facilè diſcerni ſectionis Y B, ſeu imaginis in ea deformatæ, ſitum obliquum. Et hæc eſt vna quædam viſus oportuna fallacia; qua ne is obliquum illum ſitum internoſcat; ponitur (conſiderata dictarum diſtantiarum magnitudine) diſcrimen earundem quodammodo inſenſibile.

Præterea tamen, qua in hac mihi propoſita porticus longitudine 165 palmorum; oculus dictam diſtantiarum inæqualitatem ſibi penitus occultari non patitur; ſiue ex perſpicacia, & claritate viſionis, ſiue ob adiacentium ordinatorum corporum ſeriem ſimul conſpectam; aliam opticam fraudem, qua prior iuuetur, appoſui; quam ſic expono.

Suma-

Sumatur T pro oculo N, & R S pro ſectionis Y B latitudine Y P ſiue Z B; triangulum verò R S T ſumatur pro pyramide optica, quæ eſt in plano per N & O incedente, & tum ad parietem O S, tum ad rectam P B perpendiculari: quod enim de iſta pyramide dictum fuerit, ſeruata proportione intelligendum eſt de alijs omnibus ſimilibus. His poſitis oculus in T conſtitutus, tabellam aliquam aſſuetus inſpicere in ſitu directo collocatam ad diſtantiam verbi gratia T V, nouit ſe tot & non plures eius partes ſub quantitate anguli optici X T H poſſe comprehendere: ego vero plures illi eiuſdem tabulæ partes, ſub eodem producto angulo in ſectione conſpiciendas obijcio; tot nimirum, quot ſub eo comprehenderet, ſi tabellam obliquè reſpiceret poſitam in X H.

Hinc autem efficitur, vt dum oculus attendit ad partium multitudinem inſolitam ſub dicto angulo viſam in ſectione R S; obliquitatem ſitus in qua, & propter quam eam videt, minimè attendat. Nam iconis obliquè in X H ſitæ, contractiores ad aſpectum ſunt partes; quam ſi in ſitu directo collocaretur tabella; propterea quòd, ea obliquitas, angulos opticos, ſingulis partibus reſpondentes contrahit: quia verò eædem partes, ſecundùm eoſdem contractiores angulos in R S transferuntur; reuera etiam illæ in ipſa R S contractiores ſunt, quàm aliàs forent pro data ratione obliquitatis quæ eſt in X H reſpectu axis optici T V: vnde & de facto in eadem R S apparerent contractiores, quàm par ſit; ſi ſola haberetur ratio angulorum opticorum, ſub quibus reuera cernuntur: ſed eoſdem angulos apparere maiores, quàm ſint, facit aliquantula ſitus ipſius R S adhuc apparens obliquitas: cuius notitiam auferre non omnino potuit inſenſibilitas illa, vt antea dictum eſt, obſeruata inter diſtantias T R, T S: dum autem illi anguli eam ob cauſam apparens maiores, quàm reuera ſint; apparent tales, cæteris paribus, quales reuera eſſent, ſi tabella non obliquè in X H, ſed perpendiculariter ad T V in ſitu directo collocata fuiſſet: vnde conſequenter iuſta apparet dictarum partium dilatatio. Et ita obliquo ſitu, in tabella artificiosè procurato, efficitur vt ea, quæ in effigie deformata eſt, ſitus obliquitas minimè appareat, veluti abſumpta contractiorum (vt dictum eſt) angulorum anguſtijs: ſublata verò obliqui ſitus apparentia, tollitur ſimul apparentia deformitatis, ex ante dictis, & eatenus effigies, reformatur. Igitur deformationis faciendæ rectæ ſunt leges hactenus traditæ.

Appendix.

NOn me latet aliquos esse, quibus alia quædam deformandi methodus communis, magis arrideat; in qua præcipuè laudant celerem operandi facilitatem, fidem autem & certitudinem operationis in dubium non vocant; ea methodo (vt meminerit Lector) lineis rectis, cum quadam symmetria recticulatim ductis craticulæ (sic enim vocant) geminæ texuntur; & ratæ partes exemplaris, ex eiusdem quadratis areolis excerptæ, in alterius verò cratis respondentes degradatas areolas translatæ, digeruntur, extenduntur, contrahuntur, &c. prout cratis istius ad illam proportio exigere cernitur. Sed in primis artificium istud, locum habere nequit in superficiebus non planis, cùm in ijs rectæ lineæ duci non possint : curuæ autem rectis æquiualentes; ductum habent, & per se difficillimum, & pro diuersitate subiecti diuersum. Deinde in superficiebus etiam planis, (quod monere non erit abs re) istud craticularum artificium, non tam sua ipsius labe, quàm errore, nescio quo, frequentiùs maculatur dum ea proportio, quæ inter ambas craticulas necessariò esse debet, sumitur, aut ex sola anguli optici dilatatione; aut ex sola aspectus obliquitate; vel ad summum ex vtraque simul, nulla habita ratione interualli, quo ab oculo distat extremus vterque terminus craticulæ deformatæ. Id quidem sufficere posset deformationi faciendæ quodammodo ordinatè; per modum proiecturæ simplicis; sed non etiam sufficit reformationi; quæ quia requirit eandem prorsus in effigie tum rectè formata, tum deformata apparentiam, necessariò etiam requirit, ex antedictis, talia esse, & tali ad inuicem proportione, interualla, quibus ab oculo distant extremæ ambæ lineæ craticulæ deformatæ; vt earum distantiarum inæqualitas ferè sit insensibilis respectu eiusdem oculi ex dato puncto obliquè respicientis,

Neque hìc vim aliquam habet quod assumitur tanquam vniuersaliter verum, videlicet ea quæ sub eodem, vel æquali angulo, & æquè obliquè conspiciuntur æqualia apparere: id nãque verum non est, nisi cum ea limitatione, quam communi consensu Perspectiui omnes addunt, *Vitell. lib.* 4 *prop.* 19 *et apud illum Euclides Optic. hypoth.* 7 : *item Aguill. lib.* 4 *propos.* 10: est autem hæc limitatio ipsius Aguilonij verbis istis expressa; vt ratio disparis interualli, quo magnitudines ab aspectu distant, penitus ignoretur. Quod vt faciliùs Tyrones intelligant, exemplo illustrandum duxi: alioqui enim quid ad me de erroribus aliorum, si qui sint, inquirere? fruerer sanè illa mea methodo superiùs demonstrata, & ex praxi ipsa fœliciter non semel comprobata; sed communis boni ratio, & amici, iure id à me expetunt.

Sit

Sit itaque areæ *af* ſimilis & æqualis *n o*, quæ inter D C & O A diſponatur, tali loco & modo, vt eius ſiue inclinatæ ad parietem ſiue rectæ latus *p o* ſit cum F H, & cum P B in eodem plano optico ex N producto: & puncto *o* exiſtente in linea N B, latus *o m* Horizonti æquidiſtans, & in parietem vſque productum ſecet rectam O B in *r*: tum ex *p* per *n* producta ſuperioris lateris *p n* linea occurrat plano parietis in *ſ*. Deinde ex O per *ſ* ducatur recta O *ſ* Q, quam producta B P ſecet in Q. Poſtmodum ex N per *n* ducatur recta N *n q* occurrens parieti ac ſecans ipſam O Q in *q*. Ex *q* autem ad perpendiculum demittatur *q r* ſecans ipſam O B in *r*. Sic erit *q r* in eodem cum *n m* plano optico ex N producto; & area *q* B erit baſis pyramidis opticæ ex N, tanquam vertice, ductæ per *n o* areolam propoſitæ tabellæ deformandæ: illaque erit iſti proportionata; proportionata, inquam, ſecundùm angulum opticum B O Q, ſiue B N Q; ac ſimul etiam ſecundùm aſpectus obliquitatem, quam facit oculi ab ſuperficie parietis diſtantia N O ideſt ſecundùm angulum opticum *r* N B, ſiue *q* N Q. Nam latus quidem Q B cum *p o* ſub eodem angulo Q N B conſpicitur, & ſimiliter *r* B cum *m o* ſub eodem angulo *r* N B; & ita de alijs.

Dico tamen aream *q* B ex N ſpectatam, nullatenus apparere ſimilem, & multò minùs æqualem areæ *n o*; nec latus Q B lateri *p o*; vel *n m* ipſi æquali, neque *r* B ipſi *m o* &c. Quod ſic demonſtrari poteſt. Quia hæc methodus nullatenus obſeruat, aut etiam curat, vt lineæ *r* B reſpectu oculi N obliquè ſitæ, extrema duo *r* & B habeant inſenſibilem ſaltem quodammodò differentiam diſtentiarum N *r*, N B: imò quia ex communiori vſu ipſa N *r* minor diſtantia, duas ſolùm quintas (vel etiam infra) partes continet maioris N B; ſequitur differentiam vtriuſque diſtantiæ eſſe valde ſenſibilem. Et quia oculus etiam vnus *per 2 3 optic. Aguill.* rerum à ſe diſtantias per vicina interiecta corpora cognoſcit; ſequitur ab oculo N cognoſci diſtantias N B, N *r*; & inſuper cognoſci hanc vt minorem, illam vt maiorem (& quidem cum exceſſu multùm notabili) nempe per vicina corpora, quæ multò plura eiuſdem magnitudinis inter N & B; multò verò pauciora inter N & *r* interijci conſpiciuntur. Hinc verò efficitur vt ſtatim oculus diſcernat maiorem eſſe B Q quàm ſit *r q*; imò agnoſcat longè adhuc maiorem eſſe *r* B, quàm ſit eadem B Q: vnde non tantùm B Q, & *r q* apparenter inæquales non proportionantur ſecundùm apparentiam duabus *m n*, *o p* æqualibus: ſed multò minùs B Q, & *r* B proportionari poſſunt ipſis *o p*, *m o*; ſiquidem illa quæ ex natura rei maior eſſe deberet ſecundùm apparentiam, minor eſt; & contrà; videlicet B Q reſpondens maiori *o p*, maior apparenter eſſe deberet; *r* B autem minor, vtpote reſpondens maiori *m o*: & ita de alijs duobus lateribus pari ratione. Ergo tota area *q* B, non tantum longè maior apparet, quàm *n o*; ſed etiam apparet eidem multùm diſſimilis. Ergo imago recta, in area *n o*; deformata autem in *q* B & conſpecta ex N non reformabitur, ad eandem, ad quam in *n o* formata conſpicitur perfectam ſymmetriam, nec prototypo vllatenus ſimilis apparebit:

Vu 2 ſed

ſed verò apparebit, hinc fœdè diſtenta in latum, inde fœdiùs ex anguſta, & velut acuminata forma in amplam gibboſam informem intumeſcens.

Neque iuuat quod à quibuſdam obſeruatum vidi, vt areæ deformatæ latus remotiſſimum B Q faciant breue vt B P (vel etiam breuius vt *o p*); alterum verò id eſt *q r*, quod oculo proximius eſt, faciant vt *u r* inter lineas O B, O P; citra medietatem, vel etiam citra tres quintas partes totius interualli O P: nam tunc neceſſe eſt, vt imago turpiſſimam habeat apparentem configurationem, nimia altitudinis inter *r* B & *u* P contractione, cum latitudinis productione vltra modum, ab *u r* in P B.

Hæc quæ dixi experientiæ quidem probant ita manifeſtæ, vt de iiſdem nunc dubitandi locus non ſuperſit; eorum autem ratio (vt mihi videtur) ex eo petenda eſt, quòd iuſta reformatio non reſpondeat, vel debeatur deformationi cuicunque, ſeu factæ ad quaſlibet altitudinis, latitudiniſque degradationes, nulla habita ratione diſtantiæ, ex qua, tota ſimul ſumpta deformationis area conſpicitur: oculo enim, vt antea dixi, diſtinctè percipienti in imagine deformata, ſitus obliquitatem, impoſſibile eſt non etiam diſtictè apparere deformitatem ipſi obliquitati accommodatam: obliquitas autem (vt etiam demonſtraui) dignoſcitur percepta inæqualitate diſtantiæ extremorum.

Non certè ita contingeret (aut non tam facilè cæteris paribus) ſi interiecto pariete, vel alio quodam huiuſmodi ſepti genere, ſola pateret verbi gratia, in *n o* feneſtra; per quam ex N proſpectus eſſet in *q* B: ſic enim ea omnia quæ tum in pauimento, tum in ſuperiori porticus teſtudine, tum in oppoſito feneſtrarum, ſiue columnarum ordine, vicina ſunt ipſi areæ *q* B, corpora prorſus laterent; nec eorum indicio deprehendi poſſet longitudo *r* B, vel breuitas rectæ *q r* præ *r* B. Tamen quia hìc in aperto, & liberè quaquauerſum conſpicabili ambulacro fallaciam opticam molimur, neceſſe eſt aliam inter dictas areas proportionem ponere; qualem nempe ſuperiùs demonſtraui eſſe ponendam.

Illud porro ambulatoriæ lineæ, & globuli ad ſingula prototypæ iconis puncta excipienda aptati artificium à me in deformatione vſurpatum, videtur fortè aliquibus operoſum: ſed quæ res perfectæ non etiam operoſæ? quæ non difficiles? nemo tamen inficias ierit, cæteris illud eò præſtare, quòd ipſius beneficio in ſuperficiebus non modò planis, ſed etiam concauis, conuexis, mixtis, irregularibus, interciſis, &c. perfici queat deformatio pari facilitate, & æquè fideli deformatorum ad recta prototypa reſponſu lineamentorum.

Demum in huiuſmodi practicis quærat qui voluerit operationi ſuæ celerem facilitatem impatiens moræ: ego minimè refugiens difficultatem, vel neceſſarias temporis impenſas; potius quæro certitudinem, & exploratam fidem, cum ea, quam poſſum perfectiſſimæ praxis ad theoriam accommodatione. Quia tamen, cæteris paribus, compendia placent; & ego in primis plurimi facio parſimonium temporis, cuius parcè mihi conceduntur

duntur interualla; ideo mihi etiam placuit præ cæteris ista methodus, quæ præ cæteris miram visa est habere cum certitudine facilitatem, & celeritatem operationis. Plurima sanè vidi ab alijs fieri temporis dispendia, quòd cùm eos craticularum lex vel minùs fida, vel non adeo stricta teneret, aberrarent facilè primo, & secundo ductu; imò & tertio; adeoque lineationes quas fecerant, cùm exegissent ad oculi fidem; post multas ad eiusdem oculi destinatum locum N (non sanè sine labore ac tædio) cursitationes, cogerentur delere: At è contra, huius methodi compendiaria facilitas eò vel maximè commendatur, quòd ad acerrimam gemmulæ amussim, puncta lineamentorum singula exigit, & ita dubium, aut spurium, mox delendum, nullum progignit.

Propositio LXXVIII.

Horologium Catoptrico-Gnomonicum è Sphæra Catoptrica Polari construere.

SPhæra Catoptrica Polaris, constructa *per prop.* 15, eodem penitùs artificio in horologium Catoptrico-Gnomon. vertetur, quo Sphæra Horizontalis, de cuius in quaslibet propositas superficies Gnomonica proiectione, hactenus dictum est, *à propositione* 60 *vsque ad* 76 *inclusiue*: nunc autem prout aduerti *propos.* 55, nihil ampliùs desideratur, quàm vt instrumentorum situm, qui Sphæræ Catoptricæ Polaris proiectioni, specialiter debeatur hic assignem.

Quia Æquatoris axis (videatur figura *prop.* 15) in hac Sphæra locum habet in F A G, à naturali minimè diuersum, & polus Arcticus est F, Antarcticus verò est G *per dictam prop.* 15; axis Meridiani organi statuendus est in situ naturali axis mundi, ita vt à parte septentrionali in plano circuli Meridiani efficiat cum Horizonte angulum eleuationis poli F A R, verbi gratia, grad. 42; vel huic æqualem à parte australi angulum G A K. Cætera, quæ ad dictum instrumentum debitè collocandum requiruntur, petenda sunt *ex prop.* 37, & 38.

Quia verò in hac ipsa Polari Sphæra (ad poli eleuationem grad 42 constructa) axis Horizontis est M A X; & M Zenith apparens; Nadir autem X; axis organi Verticalis, ita collocandus est, vt in plano circuli Meridiani faciat cum Horizonte, ac supra ipsum Horizontem à parte australi angulum æqualem ipsi K A M, id est graduum 6. In hac enim poli eleuatione, Æquatoris eleuatio est K B, graduum 48; eius autem complementum vsque ad verum Zenith L, est consequenter 42; vnde si angulus reflexionis B A M, fiat angulo incidentiæ L A B æqualis; æquales erunt arcus B L, B M, atque adeo B M erit graduum 42; sicut & B L: si itaque ex B K 48, dematur B M 42; residuus erit M K grad. 6. In alijs huiusmodi

Sphæris, in quibus eleuatio poli minor est, vel maior quàm 42; eodem modo seruata proportione totum hoc negotiũ perficietur. Vbi erit eleuatio poli grad. 45; axis huius instrumenti Verticalis collocandus erit in communi Horizontis, & Meridiani sectione K A. Cætera, quæ ad Verticale istud organum debito modo disponendum necessaria fuerint, petet Horographus *ex propositione* 40. Denique id, quod de situ horum instrumentorum dictum est, intelligi debet de situ instrumenti Vicarij de quo agitur *propos.* 52, & 53.

Propositio LXXIX.

Horologium Catoptrico-Gnomonicum è Sphæra Catoptrica Æquinoctiali construere.

VT ex præcedenti 78 constat, solùm hic necesse est edicere, quis instrumentis Meridiano, & Verticali, ac eorundem Vicario tribui situs debeat, ad Sphæræ Catoptricæ Æquinoctialis proiectionem gnomonicam; cùm quoad cætera eædem sint leges seruandæ, quæ in proiectione Sphæræ tum Polaris, tum Horizontalis, præscriptæ sunt.

Quia igitur in hac Sphæra (cuius figuram vide *prop.* 16) axis Æquatoris est B A C, in loco naturali prorsus inuariato *per eandem* 16, axis instrumenti Meridiani, ita disponendus est, vt in plano circuli Meridiani, faciat cum Horizonte angulum eleuationis poli, vt I A B ad partes septentrionales; vel P A C ad australes. Reliqua, ad hoc necessaria, petantur *ex prop.* 37, & 38.

Deinde quia *per eandem* 16, in eadem Sphæra, axis Horizontis est N A L, & Zenith est N; axis instrumenti Verticalis ita collocandus est, vt à parte austri angulum cum Horizonte, ac supra illum efficiat N A P; qui quidem in hoc exemplo est 6 grad. cùm eleuatio poli sit grad. 42: vbi autem alia est poli eleuatio, erit etiam angulus iste diuersus, seruata proportione; & vbi eleuatio poli erit grad. 45, nullus erit hic angulus, sed axis dicti instrumenti erit in linea ipsa Horizontali P A: sed hoc pendet ex constructione ipsius Sphæræ Æquinoctialis; quæ in quolibet loco construi debet *per prop.* 16, ad ipsius loci polarem eleuationem. Cætera requisita ad huius instrumenti collocandi modum, petantur ex *prop.* 40. Idem, quod de his instrumentis, dicendum est de eorum Vicario instrumento; cuius descriptio, & vsus habeatur *propos.* 52, & 53.

Pro-

Propositio LXXX.

Horologium Catoptrico-Gnomonicum è Sphæra Catoptrica Verticali construere.

QVemadmodum duabus præcedentibus propositionibus, ita hic ad horologij propositi delineationem sufficiet assignare locum, & situm instrumento tum Meridiano tum Verticali, ac Vicario conuenientem.

Itaque cùm *per 17 prop.* (cuius figuram vide) in Sphæra Catoptrica Verticali axis Æquatoris sit SAR, & polus Antarcticus S, Arcticus autem R: axis instrumenti Meridiani collocandus est in eadem linea SAR, ita videlicet, vt versùs austrum in plano circuli Meridiani faciat cum Horizonte, ac supra ipsum, angulum vt SAC (qui hoc loco, ad quem constructa est Sphæra, est graduum 42) vel ad septentrionem (si ex illa parte collocetur) angulum sub Horizonte, & cum eodem, faciat vt RAB, grad. etiam 42.

Et cùm *per eandem* 17, axis Horizontis sit DAE, & sit D Zenith; in linea DA collocandus est axis instrumenti Verticalis, ita vt cum Horizonte rectos angulos efficiat: quæ autem vlteriùs necessaria sunt ad hæc ipsa instrumenta collocanda, petantur *ex prop.* 37, 38, 40, 52, & 53.

Propositio LXXXI.

Horologium Catoptrico-Gnomonicum è Sphæra Catoptrica Meridiana construere.

HVius horologij, sicut & aliorum Catoptricorum (de quibus hactenus dictum est) delineatio ijsdem omnino instrumentis, videlicet Meridiano, & Verticali fiet; dummodo conueniens illis tribuatur situs: hic igitur nunc à nobis assignandus est: videatur autem figura *prop.* 18.

Organi Meridiani axis in linea KAL disponendus est; hæc enim *per eandem* 18, est axis Æquatoris locum suum naturalem non mutans, igitur dicti instrumenti axis in plano Meridiani faciet cum Horizonte ad partes quidem septentrionales supra Horizontem, angulum vt KAC, eleuationis poli; ad partes vero australes (si ita commodiùs fuerit) sub eodem Horizonte, angulum LAB æqualem angulo eleuationis poli. Videatur autem, quoad cætera necessaria, *prop.* 37, & 38.

Organi Verticalis axis ponendus est ad Horizontem rectus, in linea DA, hæc enim est axis Horizontis in ista Sphæra. Videantur, quoad cætera necessaria, *prop.* 40, 52, & 53.

Pro-

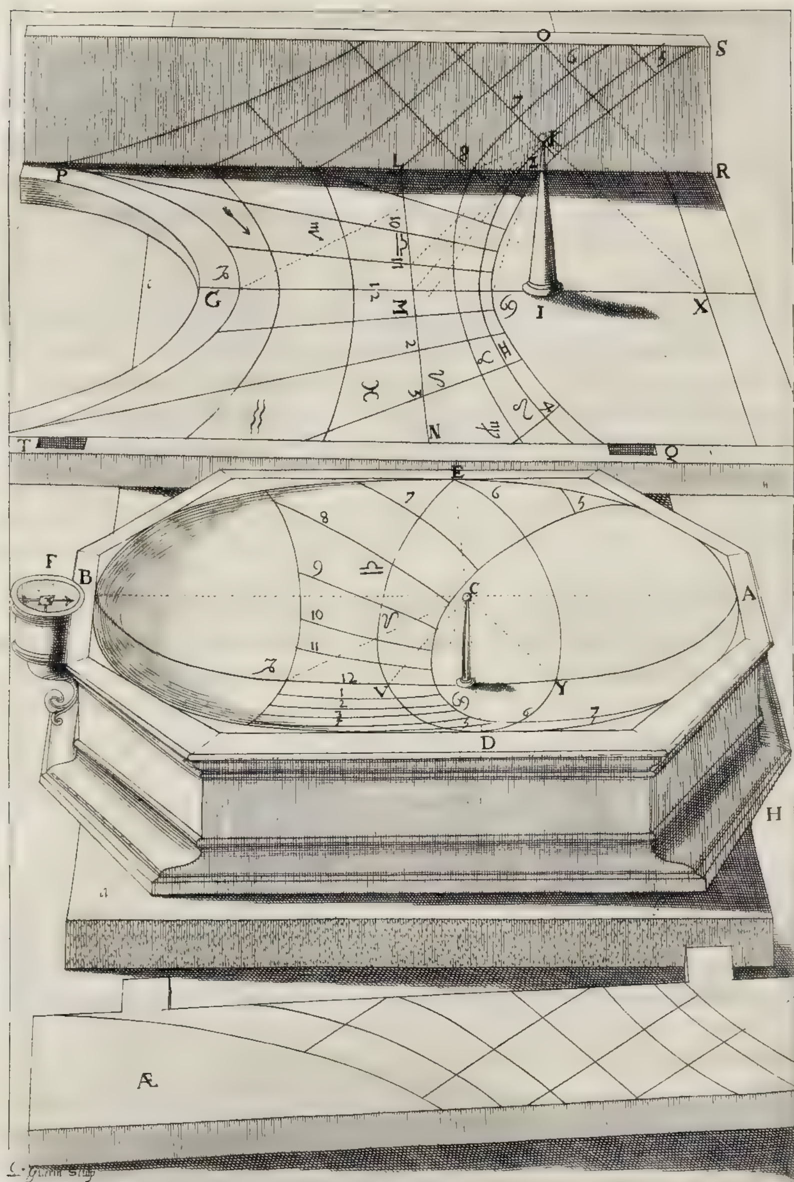
Propositio LXXXII.

Horologium Catoptrico-Gnomonicum omnibus suis instructum lineis, ac notis in superficie quauis candida parietis, fornicis, &c. nullis tamen in ea ductis penicillo notis aut lineis; præclaro spectaculo, ac nouo artificio, ad nutum statim depingere, idemque pro libito delere, iterumque depingere.

HVic operi perficiendo vtile esset speculum planum, præsertim eximiæ magnitudinis; qualia principum fœminarum mundus habet fulgentissima crystallina, vel etiam ænea, seu (vt vocant) chalybea: commodum quoque foret speculum conuexum; sed modò in magna latitudine parum intumesceret, & propius ad planitiem accederet; si nempe esset portio permagnæ Sphæræ: sed comperi speculum concauum, cæteris paribus, esse omnium commodissimum; Nam superficies eius ab concauitatem non se subtrahit vmbræ Gnomonis quemadmodum conuexa; & nihilominus lucem in amplissimum orbem extendit, quod non præstat plana.

Paretur itaque speculum concauum fulgentissimum ADBE Sphæricum (posset etiam parabolicum, vel quoduis aliud simile, sed Sphæricum efficere faciliùs est) & ligneæ excauatæ basi vt FH bellè committatur, vt in situ horizontali statui commodè possit, cùm oportunum fuerit: addita etiam acu Magnetica, qualem vides in F, vt ea dirigente sub Meridiano componatur. Describatur autem in eius concaua superficie horologium erecto stylo qui vmbram efficiat: sed tali arte conuenit stylum disponi; vt eius apex C, sit in aliquo puncto lineæ, quæ circularem speculi oram in duas æquales partes diuidit, tanquam ipsius diameter, vt AB: ea scilicet de causa, vt toto eo tempore, quo Sol supra Horizontem fuerit, possimus ad placitum horologio nostro Catoptrico gaudere: nam si styli apex altitudine dictam lineam superaret, vel non æquaret; vmbra eius non statim ipso exortu Solis in superficiem concauam caderet, & ab eadem recederet ante occubitum; vel è contrà.

Nunc negotium facessit horologij in concaua ista superficie delineatio; non enim caret difficultate, etiam si sit regularis ea superficies; siquidem circulorum horariorum, in superficie parabolica, aut elliptica, vel simili, sectiones, neque circuli erunt neque lineæ rectæ; & quamuis in superficie Sphærica sectiones circulorum maximorum sint necessariò circulares, (vtpote sectiones planorum & Sphæræ; tamen sectiones circulorum minorum, vtpote quæ in istis gnomonicis conicæ sunt, vt constat *ex 15 primi huius*) non possunt in speculo concauo Sphærico circumferentiam circuli efficere, nisi fortè speculum hemisphæricum esset, & styli verticem haberet in centro. Quia igitur longum foret geometricas leges tradere huius-


O
S
P
L
R
G
M
I
X
N
T
Q
E
F
B
A
C
V
Y
D
H
Æ

huiuſmodi delineationum;neceſſe fuit hac in parte ad artem mechanicam confugere,quæ quidem perfacilis eſt,eademque praxim habet tutiſſimam; & ſui ſecum demonſtrationem affert.

Aſſeri plano, vt Q P, duo ſimiliter plani aſſerculi copulentur ad ipſum, quidem perpendiculares, inuicem autem paralleli: ex his aſſerculis vnum hic ſuo loco expreſſum cernis P S, aſſeris Q P lateri P R adhærentem; oppoſito autem lateri T Q,qui hæreat, ſeorſim in Æ expreſſus eſt; vt liberior pateret ſchematis area. Itaque in Q P ducta recta G X æquidiſtante ipſi P R, & ſumpto in ea quolibet puncto I; figatur in I ſtylus I K, cuius vertex aſſerculorum ſupra Q P altitudinem vt S R, ſeu Z O, adæquet. Ad ſtyli autem I K longitudinem deſcribatur in Q P horologium Horizontale per ea quæ de Horizontali dicta ſunt *libro* 2: & ſimiliter ad longitudinem ſtyli vt O K, ſiue Z I deſcribatur in vtroque aſſerculo videlicet P S, & altero huic oppoſito Æ, horologium Meridianum, per ea quæ ſimiliter de hoc horologio dicta ſunt *eodem libro* 2, tum quoad lineas horarias tum quoad arcus Signorum, &c.

Poſtquam deſcriptum fuerit huiuſmodi Meridian-Horizontale horologium, ſpeculum A D B E (ſimul cum F H baſi, in qua conditum eſt) ita diſponatur vt linea A B æquidiſtet ipſi G X (quæ eſt Meridiana) & ita firmiter ſtatuatur, (aſſere quodam plano *a c b* vtrunque pariter continente ac deferente) vt omnino ſitum non mutet, donec perfecta fuerit horologij in concaua ſpeculi ſuperficie delineatio: eadem verò ſuperficies leui penicillo perlinatur ceruſſa tenuiſſima, aqua tantùm, & abſque colophonio, aut oui albumine, macerata; quæ mox completa delineatione abſtergenda penitus eſt; his ita comparatis poſtquam coaluit inductæ ceruſſæ cruſtula, accedendum ad Solem eiuſque fulgentioribus radijs exponenda eſt machina horographica (conſtans nimirum horologio S T, & ſpeculo cum ſua capſula F H, ac aſſere *a c b*) & inclinanda in hanc, atque illam partem, vt obſeruatione diuerſarum vmbrarum, quæ ab vmbroſo vtroque vertice K, & C pariter (ab illo quidem in planam Q P, vel P S, vel Æ; ab iſto autem in ceruſſatam ſpeculi concauitatem) cadunt puncta horaria, ac deinceps integræ lineæ, in eodem ſpeculo inueniri poſſint. Rem totam hoc exemplo facilè aperio.

Lucente ſole, quacunque diei hora, paratam horographicam machinam, ita diſpono, vt à vertice K vmbra cadat in M (quo puncto Meridianam G X, ex hypotheſi ſecet Æquinoctialis N L) & ſimul diligenter noto punctum vmbræ, quæ à vertice C in ceruſſatam ſpeculi ſuperficiem cadit, verbi gratia V; nam V eſt in ſpeculo punctum, in quo ſe Meridiana, & Æquinoctialis lineæ ſecabunt.

Deinde machinam moueo, donec vmbra verticis K tangat punctum O (quod ſcilicet lineæ Horizontali S O, & Æquinoctiali L O commune eſt) & ſtatim noto punctum E, quo ex hypotheſi circumferentiam ſpeculi A D B E ferit vmbra verticis C, & ita iam habeo duo in ſpeculo puncta

cta lineæ Æquinoctialis: tertium verò, vt D, punctum obtinebo si machinam inuertero, donec vmbra Gnomonis I K, asserculum Æ, qui in latere T Q esse intelligitur, feriat in puncto, quod puncto O, è regione respondet; ac demum per tria sic inuenta puncta D, V, E, lineam Æquinoctialem tenui stylo in ipsa cerussæ crusta, circino vel inflexa ductum regente regula describam.

Pro reliquis arcubus Signorum non sufficient tria puncta, vt in Æquinoctiali; quia illi, vt iam dixi, non sunt circulares; quapropter pro singulis arcubus plura puncta, verbi gratia, singulas communes eorum cum lineis horarijs sectiones, explicata iam vmbrarum arte, annotabo; & per ea optatum quemlibet arcum, flexu quodam vniformi, & sine angulis delineabo.

Pari modo lineas horarias designabo, notatis priùs pro qualibet tribus punctis; hæ enim omnes sunt circulares, vt dixi; in primis linea Meridiana circumferentiam A D B E, simul cum recta A B, secat in punctis A & B; Æquinoctialem verò secat in V puncto iam priùs inuento pro linea Æquinoctiali: igitur arcus circuli per ea puncta, & per locum styli descriptus A V B, est linea Meridiana, in hac autem punctum reliquis omnibus horarijs commune, id est, centrum horologij Y, inueniam inclinando machinam, ita vt vmbra styli I K incidat in X: cùm enim tunc simul in Y cadat vmbra verticis C, indicat ipsum Y esse centrum horologij, sicut & X; igitur per Y, & per reliqua, tum in Tropicis, tum in Æquinoctiali, inuenta horaria puncta lineæ ipsæ horariæ designandæ sunt.

Ita autem designandæ sunt in prædicta cerussæ crustula, lineæ omnes, vt ipsa etiam cerussa stylo æqualiter ducto deradatur, lineæque in ea sic exaratæ resplendeant fulgore superficiei specularis retectæ: tunc verò subtili penicillo ipsis lineis ita exaratis inducatur opacus quidam color oleo temperatus, qui superficiei speculi adhæreat, & horarias lineas, aliasque, vt libuerit ad horologium pertinentes notas bellè distinguat deinceps non delendas: pari modo numeri horarij, & Signorum characteres, vel figuræ expressiores, lineares tamen, conuenientibus locis in ipsa cerussa exarari, & sic immediatè in superficie speculi depingi poterunt: numeri tamen, & characteres scribantur inuersi ob rationem, quam mox dicam.

His autem ita peractis reponatur conuenienti loco speculum iam à reliqua asserum machina reuulsum, donec pictæ lineæ numerique &c. siccescant: ac tum sumpta spongia, & aqua, detergatur cerussa, & suus speculo reddatur fulgor, solis in eo remanentibus lineis numerisque &c. pictis. Qui lineas horarias, in speculo mallet exaratas quam pictas, poterit ante cerussam adhibere ceram, aut vt vocant vernicem, & omnibus, vt dictum est; cuspide styli descriptis, fortem aquam inijcere. Et ita demum paratum erit speculum ad propositum horologium Catoptricum delineandum; quod quidem nullo labore fiet: nam si speculum ad fenestram Soli expositum ita collocetur, vt eius extima ora A D B E Horizonti æquidistet, & linea

nea A V B ſit in plano circuli Meridiani; Gnomon C conuenientem in horologium intra ſpeculi ſuperficiem vmbram emittet, ſolares verò radij dum à ſpeculo ipſo reflexi interioris cameræ parietes, ac teſtudinem illuſtrabunt, depingent ſimul in eis totam horologij, quod in ſpeculo eſt, delineationem, & Gnomonem ipſum eiuſque vmbram; ibidemque horam, & Signum Zodiaci, &c. oſtendet vmbra, prout hanc, vel illam horæ ſiue Signi, &c. lineam tetigerit, & numeri, itemque characteres, qui in ſpeculo, vt dictum eſt, ſitu euerſo ſcripti ſunt, recti apparebunt propter reflexionem, qua fit, vt quæ ſiniſtra ſunt, recta fiant; item quæ ſumma, ima, &c. quod quidem facilè intelliget, qui ad naturam huius reflexionis attendet.

Corollarium.

QVa Methodo horologium intra concauam ſpeculi ſuperficiem delineatum eſt; eadem poteſt delineari in quauis alia & quomodocunque diſpoſita ſuperficie, etiam irregulari, ſeruata proportione: imò horologia, quæ in ſuperficies murales transferantur, eadem arte deſignari poſſunt; dummodo in hac, quam dixi, horographica machina, collocetur cum proprio Gnomone tabella, quæ planum murale cum Gnomone eidem infixo referat: collocetur, inquam, tali modo, vt cum plano horizontalis horologij Q P, & cum linea eius Meridiana G X (ſeu cum alia ipſi parallela) angulos efficiat, quos murus efficit cum Horizonte, & cum communi eius ac meridiani ſectione.

Cæterùm hæc machina præter horologium Horizontale in plano Q P; habet etiam duo Meridiana, orientale ſcilicet in plano P S, & occidentale in alio ſimili ex parte T Q; idque ad vſum & communiorem & certiorem communiorem quidem, quia ſic deſeruit quorumcunque, & quomodocunque diſpoſitorum horologiorum delineationi: certiorem verò quia ſi haberet vnum ſolummodo horologium, vt Horizõtale, vel quodlibet aliud planum; error facilè poſſet committi, dum vmbra in partes eius, à ſtylo remotiſſimas obliqua ferretur, quia tunc difficile eſt extremum vmbræ punctum dignoſcere: huic verò periculo occurritur, dum vmbra vtcunque longior in planum aliud, verbi gratia P S, minùs obliqua cadit, quàm caderet in planum ipſum Q P.

Laudarem ſi quis machinam conſtrueret, non ex triplici iam dicto horologio; ſed ex vno hemiſphærico habente Gnomonem in centro: quia in hac figura longè facillima, & certiſſima eſt deſcriptio tum linearum horariarum, tum præcipuè arcuum Zodiaci, qui non exiguam in plano habent difficultatem; quamuis illam nos inſtrumentis noſtris ſuperauerimus, *tum ſecundo libro, tum etiam iſto tertio*.

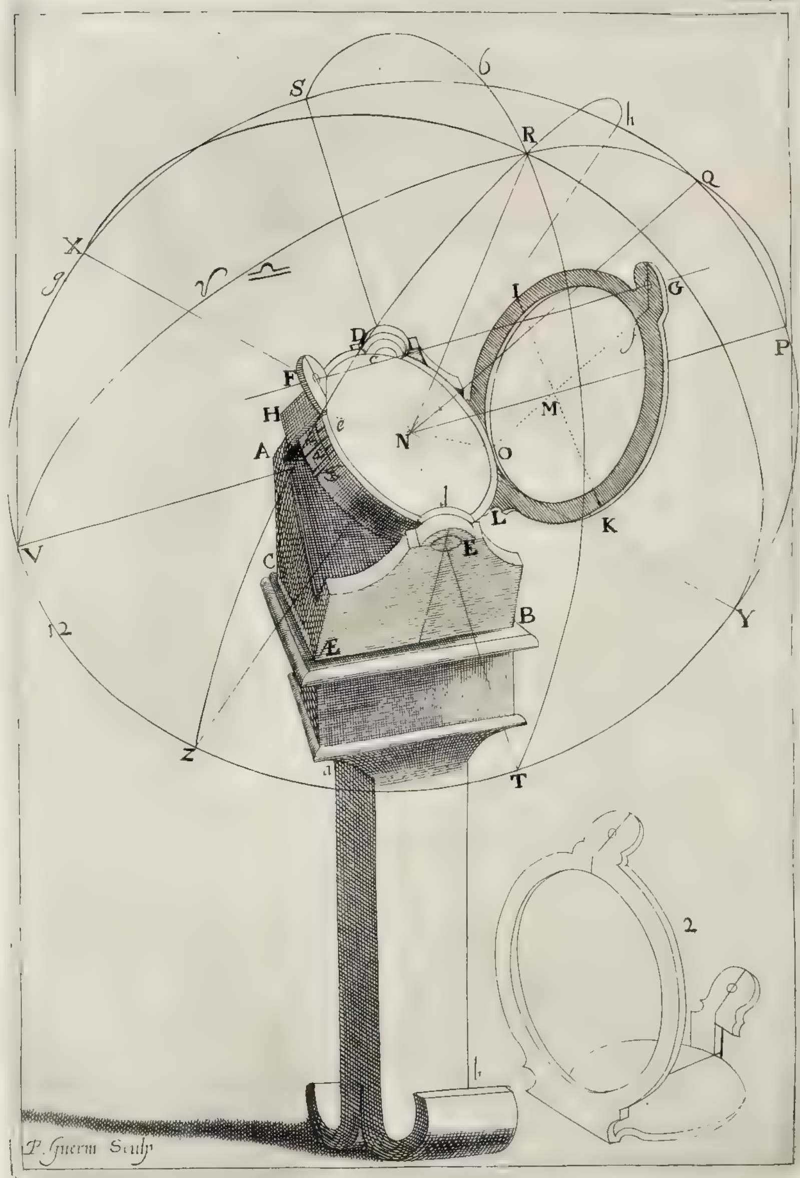
De Sphæra Catoptrica Vaga, & horario Gnomonico ex ea delineando.

VAgam Catoptricam Sphæram voco eam, quæ (ſeruata proportione aliarum de quibus *prop.* 15, &c. actum eſt) conſtat reflexione ſpeculi præſertim plani in centro mobilis, non quidem incerto motu (ſic enim non faceret opus artis) ſed circa datum axem, vel axes conſtanter deducto.

Perſpicere potes mi Lector, quàm multa, & quàm varia ſint horariorum Catoptricorum genera: nam non ſolùm variantur ſecundùm ſitum planorum, vt ideo aliud ſit Horizontale, aliud Verticale, &c. vt dictum eſt *lib.* 1 *prop.* 6; vel etiam ſecundùm diuerſitatem ſuperficierum, vt ideo aliud ſit planum, aliud cylindricum &c. vt *eadem propoſ.* habetur: ſed præcipuè ſecundùm Sphærarum Catoptricarum, ex quibus fiunt, differentias; nam è Sphæra Horizontali, verbi gratia, conſtrui poteſt Catoptricum horologium planum Horizontale, Verticale rectum, declinans, inclinatum, mixtum; poteſt & cylindricum, conicum, Sphæricum ellipticum, hiperbolicum &c. poteſt & irregulare infinitis modis. Et ita de ſingulis alijs Catoptricis Sphæris, inter quas præcipuè quidem ſunt quinque illæ, videlicet Polaris, Æquinoctialis, Verticalis &c. à me conſtructæ *à prop.* 15, *& deinceps*, ad quarum tamen ſimilitudinem aliæ conſtrui poſſunt innumeræ, vt ad ſimilitudinem Verticalis, innumeræ Verticales declinantes; ad ſimilitudinem Polaris, innumeratæ quarum inclinatio ſit ſeptentrionalis; ad ſimilitudinem Æquinoctialis innumeræ quarum inclinatio ſit auſtralis; atque inſuper ex his duabus innumeræ mixtæ declinantes, & ſimul inclinatæ: cùm nullus ſit in Sphæra circulus maximus, in cuius plano, & centro non poſſit planum ſpeculum collocari, & inde aliorum circulorum reflexiones efficere, vt explicatum eſt *lib.* 1 *prop.* 18, & 21.

Illis verò omiſſis, velut nihil iam habentibus, quod ſpecialem contineat difficultatem, venio ad alia, non minùs iucunda, & pariter in ſuo genere multiplicia, quæ è varijs Catoptricis Sphæris conſtruuntur: quæ cùm, vt dixi Gnomonem (ſeu ſpeculum) habeant vno, vel pluribus motibus, certa lege mobilem, atque verſatilem; id ſimul habent ſpecialis commodi quòd facultatem Horographo tribuunt liberiùs eligendi locum, qui in interioris cameræ parietibus, vel teſtudine, vel etiam pauimento, catoptricæ delineationi magis conuenire viſus fuerit, aut aliàs magis placuerit, iſtiuſmodi autem horariorum, ego quidem duo ſolùm genera proferam: ſed alia plurima quilibet ſuo marte excogitare facilè poterit ſeruatis ijſdem, cum proportione, legibus.

Pro-


S
6
R
h
Q
X
g
I
G
D
F
P
M
H
N
A
O
L
K
V
C
E
B
Y
12
Æ
Z
T
2
P. Guerin Sculp

Propositio LXXXIII.

Speculo circa Æquatoris axem versatili horarium Catoptrico-Gnomonicum construere.

DVobus modis inuerti potest motu circulari super Æquatoris axe speculum planum debite libratum; primò quidem ita vt continuè fiat perpendiculare ad circulum maximum per Æquatoris polos incedentem, hunc illum, in quo successu temporis, Sol versatur. Secundò ita vt continuè etiam fiat perpendiculare, non ad dictum circulum, in quo est Sol, sed ad alium similem ab eo distantem, dato aliquo graduum interuallo. Primo modo, vix erit vtilis horarij delineatio: quia radius tempore quidem æquinoctiorum incidens per angulum rectum, reflectetur in se ipsum; & sic minimè intra horarium cadet; reliquo verò anni tempore, vix intra cadet; quia dictus incidentiæ angulus non multùm à recto discrepabit. Secundo verò modo vtile erit, imò vtilissimum & pulcherrimum horarium: cuius describendi practicæ leges, ac simul theoreticæ, istæ sunt.

Vaga ista Sphæra (cuius, quod in centro est speculum, vno tantùm circa Æquatoris axem motu continuo vertitur) conuenit omnino cum Sphæra Polari; de qua *propos.* 15, tum quoad Æquatorem, & circulos omnes, qui ipsi vel æquidistant, vel perpendiculares sunt; tum quoad alios, vt ipse perpetuus speculi situs ostendit; semper enim speculum est in plano circuli alicuius, qui per polos Æquatoris incedat. Igitur tam ipse Æquator, & arcus Zodiaci; & paralleli regionum, & parallelus omnium semper apparentium maximus, &c. necnon lineæ horarum Astronomicarum, ac Meridiani regionum; quàm cæteri delineandi sunt, sicut *prop.* 78: nec aliud inter vtranque delineationem discrimen est obseruandum, quàm loci in quo iuxta hanc apparentiam ponendus est Meridianus, alijque omnes Æquatori non æquidistantes. Nam licet illi in hac & in Polari Sphæra, eundem planè absque vllo discrimine situm habeant tum ad inuicem, tum respectu Æquatoris; non tamen respectu Horizontis veri: sed diuersum habent prout diuersa assumitur speculi ad circulum horarium, in quo est Sol, inclinatio. Quod quidem faciliùs exponi posse non putaui, quàm in exemplo: ipsum autem exemplum statim proponam; postquam explicuero constructionem instrumenti, quo libratum ac dicto modo versatile speculum sustineatur.

Primo fiat è chalybe aut ære fusili basis quadrata C *a* B, cui ex ipsamet adnatum adhæreat pedamentum *a b* quadrangulum, rectum, in imo bifidum, ac reduncum, muro vel saxo ad fenestræ marginem pro loci commoditate excauato committendum, & infuso gypso plumboue firmiter implicandum. Deinde ipsi basi bellè impositum optimo ferrumine co-

puletur instrumentum orichalceum A C Æ B ita fabrefactum vt superior ipsius plana superficies A Æ B ad imam similiter planam C Æ B (quæ prædictæ basi congruit) inclinata sit angulo eleuationis poli C Æ A : eidem verò sic inclinatæ superficiei AÆB perpendicularia assurgant hincinde latera duo sinuata Æ E B, & A D, geminis directis in E, & in D foraminibus complectentia compares axes teretes capitulis bellè retusis confirmatos; quibus orichalcea, rotunda, ansata pyxidicula versatilis, librata teneatur; ipsius verò pyxidiculæ cauitatem summa circulari ora *c e d* O tenus expleat optimè agglutinatum, vt *prop.* 35 dictum est, speculum crystallinum cuius plana superior superficies per vtriusque cardinis centrum, seu per rectam *c d* (quæ sit linea axis) æqualiter incedat.

Construatur postmodum aliud etiam ex orichalco instrumentum, quod ex vno latere pyxidis, atque ad ipsam perpendiculariter erectum attollat annulum, vt I *f* K L, simulque pinnulam, vt G, ad ipsum annulum inclinatam, inclinationis angulo mox dicendo: ex altero autem latere attollat etiam regulam H *e*, cum pinnula F, quæ pinnulæ G parallela sit, vt ambæ simul aduersis foraminulis radium solarem, vt G F, liberè transmissum admittant: ipsa autem regula H *e*, pinnulaque F, simul cum opposita pinnula & annulo I *f* K L, connectat in L H sub pyxide lamina circularis ipsique pyxidi æqualis, aut ferè æqualis, habens in centro foramen cui committi possit clauulus teres, seu cardo eidem pyxidi directè sub centro N, ferrumine copulatus; ita vt circa eum in circuitu pyxidis moueri æqualiter possit tam annulus, quàm regula, cum pinnulis. Hæc verò, id est annulum I *f* K L, regulam H *e*, laminam L H vtrique perpendicularem, ac pinnulas G, F, vt inuicem coniuncta sunt; seorsim expressa vides ad Signum 2.

Præterea ducta recta O *e*, quæ ipsam *c d* ad angulos rectos in speculi centro N secet, describatur in latere deuexo pyxidis, Zodiacus collocata linea Æquinoctiali ad punctum, quo ipsam pyxidis oram extremam secat eadem O *e* ex parte *e*, cui & fiduciale congruit latus regulæ H *e*. Ex vtraque verò parte lineæ Æquinoctialis, disponantur cætera Signa secundùm proprias ipsorum declinationes. Annulus seu armilla I *f* K L interioris peripheriæ diametrum O *f* æqualem habeat exterioris peripheriæ pyxidis diametro O *e*, & pinnulla F in regula H *e* tanto spatio supra speculi planitiem attollatur, quanto in armilla I *f* K L supra *f* attollitur pinnulla G, vt videlicet per vtriusque foraminulum radius G F, incedat æquidistans rectæ lineæ M N transeunti per centrum tum armillæ tum speculi, & vt liberiùs dictus radius ea foramina peruadat; inclinentur ambæ pinnulæ G quidem ad armillam; F *e* autem ad regulam H *e* angulo obtuso 135 graduum; sic enim fiet, vt sint ambæ perpendiculares ad ipsum radium G F, qui sicut recta M N ipsi æquidistans inclinatus est ad *c d e* O speculum, angulo graduum 45: tantus enim est *per constructionem* angulus O N M, cùm sint N O, O M inuicem & æquales, & perpendiculares.

Totum

Totum hoc instrumentum debitè constructum, ita disponi debet, vt pars D polum Arcticum respiciat, pars verò E Antarcticum, & recta D *c d* E æquidistet axi mundi: quomodo autem id fieri certò possit commodiùs dicam in alio simili *prop.* 120.

Circa ipsum verò instrumentum iam ex hypothesi debitè collocatum propositam Sphæram vagam construamus, vt ea constructa theoriam habeamus horarij delineandi. Quia itaque speculi recta linea *c d*, est vt supponitur ea linea, circa quam immotam speculum ipsum vertitur; & eadem linea æquidistat axi mundi; cogitemus *per* 12 *primi huius* eandem lineam *c d* non æquidistare; sed reuera congruere axi mundi, qui sit S T; ista vt S, polus Arcticus, T verò sit Antarcticus: eandem verò S T ad angulos rectos secet in speculi centro N recta V P incedens etiam per M centrum armillæ I *f* K L, sitque ipsa V P communis sectio Æquatoris, & circuli horæ sextæ à merid. & à med. nocte S V T P; & semicirculus Æquatoris sit V R P, Meridiani autem S R T, ac vtriusque communis sectio N R. Secet præterea Æquator speculum in *e* O, & armillam in O *f*. His positis erit angulus R N P rectus, eumque si bifariam diuidat recta N Q, erit P N Q angulus grad. 45 æqualis angulo O N M; & consequenter angulus O N Q erit rectus: & quia insuper recta Q N est in plano Æquatoris, qui *per constructionem,* ad speculum rectus est; erit eadem Q N ad speculum recta: igitur *per definit. 6 huius,* ipse Æquator V R P erit superficies reflexionis, & N Q axis reflexionis.

Nunc si Sol in P luceat, & radius incidens sit P N; erit P N Q angulus incidentiæ: & quia ipsi P N Q ex prædictis, æqualis est angulus R N Q, erit hic necessariò angulus reflexionis: igitur radius reflexus erit N R: ergo punctum P reflexè apparet in R; & idem punctum R quod in Sphæra naturali est, ex dictis, commune punctum Æquatoris & circuli Meridiani, erit in hac Sphæra Catoptrica commune punctum eiusdem Æquatoris & circuli horæ sextæ; qui consequenter apparebit in S R T loco Meridiani veri. Similiter si Sol in R existat; & speculum circa immotam *c d* conuertatur, donec N M cum N R radio incidente congruat; radius reflexus propter rationem iam factam cadet in V; sicut enim incidens P N, & reflexus N R angulum rectum P N R, ita incidens R N cum N V reflexo angulum rectum continebunt, est autem R N V rectus *per constructionem,* cùm V R sit quadrans circuli sicut P R. Igitur R, id est, punctum veri Meridiani, & Æquatoris commune, apparet in V: & ex hoc sequitur circulum S V T P (qui est verus horæ sextæ circulus) esse apparentem Meridianum. Circulus autem Æquator idem est verus, & apparens P R V, ex antea dictis; vnde in hac Sphæra erit N V communis sectio Æquatoris, & Meridiani: atque adeo si arcus S *g* sumatur æqualis complemento eleuationis poli, erit *g* verum Zenith; quod quidem reflexè apparebit in Z; posito quòd residuo arcui *g* V æqualis sumatur V Z: sic enim angulus reflexionis Z N V, erit æqualis angulo incidentiæ *g* N V. Zenith itaque apparente in

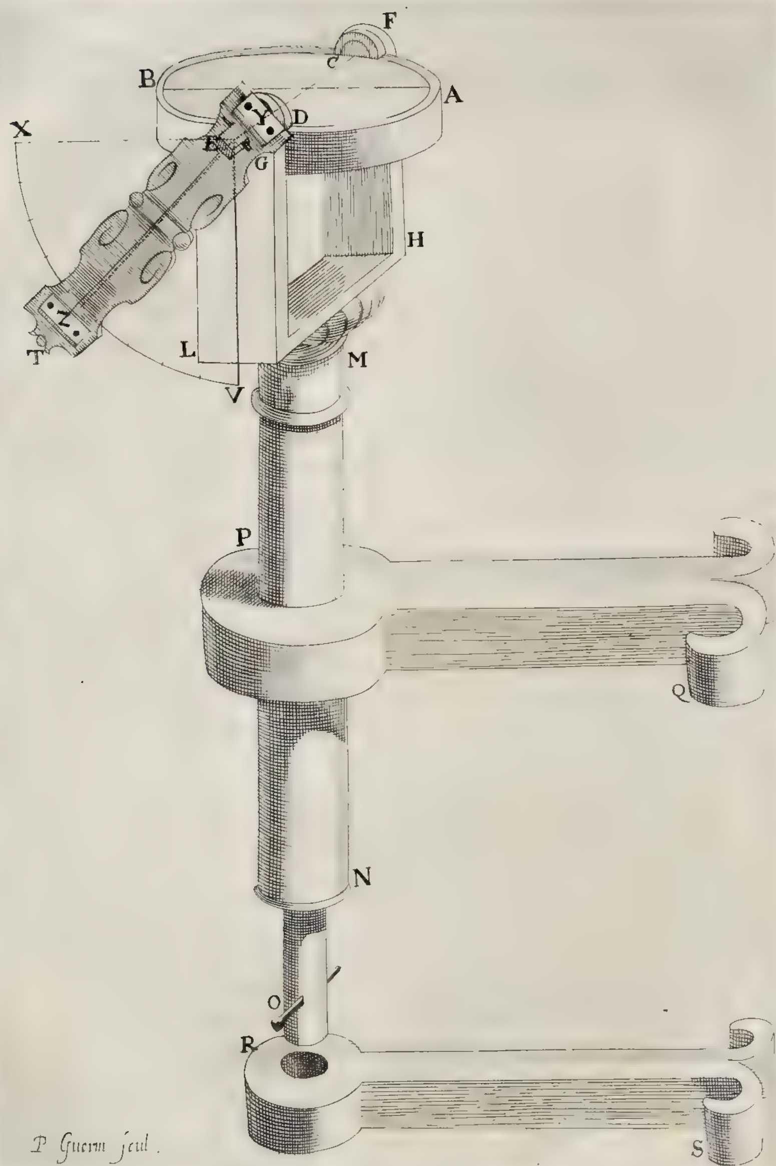
Z: Na-

Z: Nadir apparebit in *h* puncto Meridiani diametraliter opposito; eritque ZR *h* semicirculus Verticalis ad Meridianum SVTP recti. Si demum vtrique circulo videlicet SVTP Meridiano, & ZR *h* Verticali perpendicularis fiat XRY semicirculus, erit hic semicirculus apparens Horizontis. Reliquos circulos omitto cùm iam facillimum sit, istis debitè dispositis, eos etiam conuenienter disponere.

Hinc iam constat, quod initio dicebam, horarium propositum delineandum esse eodem prorsus modo, quo *propos.* 78 dictum est pro horario è Sphæra Polari, quantùm ad lineas, quæ organo Meridiani mobilis designantur; cùm hoc discrimine, quòd circulo Meridiano in locum circuli horæ sextæ reflexè translato, & alijs similiter deinceps translatis horarum Astronomicarum circulis; numeri horarum pari modo transferendi sunt. At verò quantùm ad lineas, quæ organo Verticalis mobilis designantur; cùm iam in Z habeamus Zenith apparens, erit ZN *h* axis horizontis XRY: adeoque ita collocandum erit organum Verticalis mobilis, vt eius centrum sit in N; cardines verò, & axis in recta ZN. Quomodo autem hæ lineæ dictis instrumentis designentur, satis dictum est in eorum vsu gnomonico, nec est opus hìc repetere.

Superest vt explicem quomodo horam, aliaque similia, in hoc horario reflexus radius ostendat; est autem hic modus. Collocata ac firmata tota machina D *b* in situ debito, vt antea dictum est, moueatur armilla I *f* KL, cum annexa regula H *e*, & pinnulis G, F; moueatur, inquam, circa axem, quem posui directè sub puncto N in fundo pyxidis; & ita moueatur, vt regulæ H *e* latus anterius (quod est versus *e*, estque fiduciale) conueniat gradui Signi Zodiaci in quo est Sol: & armilla simul cum pinnulis in eo positu firmatis (quod fiet adacta subtus cochleola vel aliter) ipsum speculum cum sua pyxide simulque armilla & pinnulis, moueatur circa immotam axis *cd* lineam; donec Solis radius per pinnulam G transmissus in foraminulum pinnulæ F cadat; sic enim speculum angulo graduum 45 inclinatum erit ad solares radios, qui confertim per apertam armillam in ipsum se se effundent; vnde & eosdem reflectet angulo reflexionis graduum 45: illi verò sic reflexi in lineis horarijs horam; in Signorum arcubus locum solis in Zodiaco &c. fideliter demonstrabunt. Et ita horarium Catoptrico-Gnomonicum speculo circa Æquatoris axem versatili construximus. Quod fuit propositum.

Pro-


F
C
B
A
Y
D
X
E
G
H
Z
T
L
M
V
P
Q
N
O
R
S
P Guerin sculp.

Propositio LXXXIV.

Horarium Catoptrico-Gnomonicum delineare speculo Versatili circa axem tum Horizontis, tum simul cuiuslibet circuli Verticalis, in quo fuerit Sol.

SVpponamus vt *in præcedenti propositione* speculum planum pyxidicula A B ansata inclusum, & libratum ita vt recta C D in eius superficie existens, & per centra cardinum incedens, Horizonti æquidistet: angulos verò rectos efficiat, & cum vtraque hinc inde sustentante regula F H, & G L, & præcipuè cum inferiori scapo M O, cylindrico, semipedali; ab M in N digitalem habente crassitiem; inde autem versùs O in graciliorem cylindricum desinente, ac in annulos P & R inserendo, ita vt eos impleat & in eis immotis verti liberè possit: annulorum verò radices Q S in murum ex latere depactæ ad fenestræ marginem, gypso ingesto firmentur tali arte, vt scapus M O, seu linea quæ in ipsius medio, axis eius est, cum axe Horizontis congruat; & superiori quidem annulo P torulus M, inferiori autem R innitatur æquata, ac torno derasa in N, basis.

Vterque in C F, & D G cardo, vtriusque regulæ F H & G L compar circulare foramen impleat cylindricus, ansulis verò pyxidiculæ in C, & in D, ferrumine copulatus adhærescat: cardine autem C F vtrinque cum regulæ, ansulæque planitie coæquato; cardo D G citra regulam G L quadratus, vt E promineat, illumque orichalcea lamina G T quadrato compari foramine complectatur, & traiecti clauuli retinaculo, vel alio modo firmiter ad angulos rectos teneat hac arte, & lege; speculo ad Horizontem constituto parallelos (vt perpendiculare sit ad axem scapi M O) recta A B ipsam C D angulos rectos secet in ipsius speculi centro, tum intelligatur planum quoddam incedere per dictam A B, & per axem scapi M O (hoc planum consequenter cum speculi plano rectos angulos efficiet) cui plano æquidistare etiam intelligatur circuli quadrans V X centrum habens prope E, in linea C D producta, siue in axe cardinis D E; latus verò E X Horizonti, & latus E V axi Horizontis parallelum: linea verò fiducialis, quæ est in medio laminæ G T præcisè conueniat gradui 45 dicti quadrantis V X.

Præterea eidem laminæ gemina ad angulos rectos copulata, geminisque ad latus foraminulis, & à linea fiduciæ æqualiter hinc inde distantibus peruia pinnacidia emineant in Y & Z, quibus radij solares excipiantur: hæc itaque lamina, seu, vt vocant dioptra, dicto modo comparata, temonis loco erit, regetque speculi motum, cùm opus fuerit eo vti in proposito horario: nam ea circumducta, cardo D E simul mouebitur circa immotam rectam C D E: & quia ex dictis idem cardo ferrumine copulatus est ansulæ D, eam simul, totamque pyxidem, ac speculum pari motu secum

trahet;

trahet; & quia (vt ex prædicta diſpoſitione quadrantis, & ſpeculi ſimul, conſtat) eiuſdem dioptræ linea fiducialis cum ſpeculi plano angulum efficit graduum 45; æquidiſtat autem plano, quod ſpeculum ipſum in recta A B orthogonaliter ſecat: ſequitur fore, vt quoties radij ſolares è pinnula Y in Z tranſlapſi per oppoſita ipſarum foramina conuenienter incedent, lineæ fiduciali E T æquidiſtantes, toties qui in ſpeculum ipſum incident radij, angulum incidentiæ cum eodem efficiant graduum 45; & toties etiam idem ſpeculum ſit perpendiculare ad eum circulum Verticalem, in quo eſt Sol, qui videlicet circulus per rectam A B, & per axem ſcapi M O incedet, cuius etiam proprius axis congruet cum recta C D.

Speculo igitur ita librato ac diſpoſito duplex conuenit motus, alter quidem circa axem M O vt continuè conſtituatur ad angulos rectos cum circulo Verticali, in quo fuerit Sol; alter verò circa axem C D, vt ad ſolarem incidentem radium continuè inclinetur angulo graduum 45. Hoc autem vtroque ſpeculi motu, & reflexione inde conſequente, talis reſultat Sphæra apparens vaga, vt faciliùs ſit eam concipere mente, quàm exprimere lineis; nam circulis Verticalibus loca propria naturalia retinentibus *per 2. huius*; ſoli Almucantarath, cum dictis Verticalibus formam circularem obſeruant; ordinem tamen & ſitum naturalem amittunt; ita vt qui viciniores ſunt puncto Zenith, in locum Horizonti viciniorem cedant; imò quod mirum videbitur, ipſum Zenith punctum in circulum maximum Horizontem vertatur, & ipſe totus Horizon in vno puncto Zenith veri appareat: vnde quorumcunque circulorum communes cum Horizonte ſectiones in vnum reflexè contrahuntur punctum, quod eſt Zenith verum: cuius rei ratio clarè perſpicitur, ſi attendatur angulum reflexionis, vt & incidentiæ in hac hypotheſi eſſe ſemper graduum 45; ex hoc enim ſequitur angulum radio incidente & reflexo inuicem comparatis comprehenſum eſſe rectum: quapropter ex quocunque Horizontis puncto radius incidat, ſemper in Zenith cadet reflexus; ac proinde in Zenith totus apparebit Horizon; & vice verſa, in quocunque circulo Verticali collocetur ſpeculum, motu qui fit circa axem M O; radius qui à Zenith inciderit cadet in Horizontis punctum, quod eidem Horizonti, & circulo Verticali ſpeculum ad angulos rectos ſecanti commune eſt.

Atque hinc poterit ſapiens Lector agnoſcere, ſeruata proportione, quam formam & ſitum habere debeant in vaga iſta Sphæra reliqui circuli tum maximi, tum alij, de quibus in particulari nihil modò dicam, ne ſim nimius.

Horarium ex iſta Sphæra conſtruetur ſolius inſtrumenti Verticalis beneficio: eius autem inſtrumenti pro hac Sphæra ſitus idem eſt qui pro Sphæra Horizontali; vnde quæ ad illud practicè diſponendum, neceſſaria ſunt, peti poterunt ex *prop.* 40; quæ verò ad ipſam linearum horariarum deſcriptionem attinent, breuiter hìc explico.

Verticales circuli deſcribentur vt *prop.* 62: Horizon verò cum ipſius parallelis

rallelis seu circulis Almucantarath vt *propos. 61* : interest tamen ordinis, qui in his esse debet; nam solo Almucantarath quadragesimo quinto locum suum retinente, cæteri qui proximiores sunt puncto Zenith, poni debent proximiores Horizonti; ita vt quemadmodum iam dixi, Horizon apparens sit in vero Zenith, & è contrà.

Reliquæ lineæ describentur mediantibus tabulis; vt lineæ horariæ Astronomicæ mediante tabula indicante quanta supra Horizontem sit eleuatio circulorum horariorum à meridie & à media nocte in singulis saltem denis Verticalibus: & arcus Signorum Zodiaci describentur mediante alia tabula indicante similiter quæ sit eleuatio tum Æquatoris tum parallelorum Signorum in singulis etiam denis Verticalibus; & sic de alijs: ita vt totius constructionis horarij fundamentum sit sola Verticalium, & Almucantarath structura, vtpote cùm illi soli, vt dictum est, retineant circularem figuram; vnde cæteri cùm à circuli forma deflectant; per certa pun-

Tabula continens circulos tum Azimuth, tum Almucantarath per quorum communes sectiones incedunt horarij à meridie & à media nocte, ad poli eleuat. grad. 42.

Horæ							
à meridie	1	2	3	4	5	6	7
à med. noct.	11	10	9	8	7	6	5
	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.
	A.	A.	A.	A.	B.	B.	B.
Azimuth.	51 10	27 0	11 50	0 50	9 0	17 55	27 10
Almucant.	67 50	59 0	48 25	37 25	26 15	15 25	5 10
	A.	A.	A.	A.	P.	B.	B.
Azimuth.	60 0	40 0	20 0	10 0		10 0	22 0
Almucant.	59 40	50 10	43 40	31 8	19 40	8 48	0 0
	A.	A.	A.	A.	A.	P.	
Azimuth.	70 0	50 0	30 0	20 0	10 0		
Almucant.	41 20	39 15	35 30	22 40	11 10	0 0	
	A.	A.	A.	A.	A.		
Azimuth.	75 10	60 0	40 0	30 0	20 0		
Almucant.	23 0	20 50	24 30	12 35	1 50		
		A.	A.	A.			
Azimuth.		61 0	48 25	37 30			
Almucant.		18 50	12 30	4 10			

Tabula continens circulos tum Azimuth, tum Almucantarath, per quorum communes sectiones Æquator ac duo Tropici incedunt, ad poli eleuat. grad. 42.

	♋	♈ ♎	♑
	G. M.	G. M.	G. M.
	B.	P.	A.
Azimuth.	30 0		40 0
Almucant.	2 28	0 0	6 20
	B.	A.	A.
Azimuth.	20 0	10 0	50 0
Almucant.	13 5	11 0	13 28
	B.	A.	A.
Azimuth.	10 0	20 0	60 0
Almucant.	25 0	20 55	18 30
	P.	A.	A.
Azimuth.		30 0	70 0
Almucant.	36 35	29 10	21 52
	A.	A.	A.
Azimuth.	10 0	40 0	80 0
Almucant.	46 55	35 35	23 50
	A.	A.	A.
Azimuth.	20 0	50 0	90 0
Almucant.	54 52	40 30	24 30
	A.	A.	
Azimuth.	30 0	60 0	
Almucant.	60 30	44 0	
	A.	A.	
Azimuth.	40 0	70 0	
Almucant.	64 32	46 28	
	A.	A.	
Azimuth.	50 0	80 0	
Almucant.	67 30	47 45	
	A.	A.	
Azimuth.	60 0	90 0	
Almucant.	69 25	48 0	
	A.		
Azimuth.	70 0		
Almucant.	70 40		
	A.		
Azimuth.	80 0		
Almucant.	71 20		
	A.		
Azimuth.	90 0		
Almucant.	71 30		

cta, indicio tabularum inuenta delineandi sunt ductu, quantùm fieri poterit, æquali & minimè anguloso.

In his tabulis aliqua fortè deerunt, vel redundabunt minutula, quia illas non ad calculum exegi, sed, ob temporis penuriam, collegi ex Astrolabio Stoflerini accuratissimè delineato, & tantæ magnitudinis, vt circulos quidem Almucantarath singulis, Verticales autem binis quibusque gradibus respondentes contineat. Præterea in prima tabula non curaui ponere partes dictorum circulorum horariorum, quæ extra Zodiacum sunt; sufficiunt enim quæ intra Zodiacum cadunt. Azimuthi verò, seu Verticales, alij sunt australes alij boreales, id est alij Horizontem secant inter Verticalem primarium, & meridiem: alij inter eundem Verticalem primarium, & septentrionem: & istos quidem in vtraque tabula designat littera B: illos autem littera A; sicut ipsum Verticalem primarium designat littera P.

His similes alias tabulas pro horis ab occasu vel ab ortu, ac Inæqualibus, itemque pro lineis Signorum ascendentium, pro cœlestibus domicilijs, &c. sibi quisque ex Astrolabio, vel calculo poterit comparare; vnde in his non immoror. Huiusmodi verò tabularum indicio, & adminiculo organi Verticalis, vt dictum est, horologium ex ista vaga Sphæra delineare facilè erit in quauis, & quomodocunque disposita superficie: dabo tamen huius delineationis exiguum istud specimen in plano, vt suppono Horizontali inferiori, vt laqueari, designatum non iam quidem ope instrumenti Verticalis, ob paruitatem horarij, sed hoc modo qui in idem recidit.

Describatur circulus C T D V, & in quatuor quadrantes diuidatur ductis T V, C D, diametris ad angulos rectos in centro E se se intersecantibus: ac deinde quadrantes vt fieri solet diuidantur in gradus 90; designenturque ad singulos gradus diametri saltem lineis occultis; cæterùm hæ diametri erunt communes sectiones plani Horizontalis, & circulorum Verticalium, E verò erit Zenith; & circulus C T D V vnus è circulis Almucantarath, loco Horizontis ad graduum distinctionem per Verticalibus inueniendis. Deinde sumpta longitudine Gnomonis Catoptrici vt X Y seorsim describatur centro Y, interuallo Y X, quadrans X Æ, & eo in gradus 90 diuiso, rectisque occultis per singulos à centro ductis, vt Y Z, &c. eorundem degradata interualla distinguantur in tangente X Z. Denique iuxta descriptos in tabulis numeros Almucantarath; interualla numeratorum graduum circino aperto accipiantur in tangente X Z, & in Azimutos (in ijsdem tabulis pariter præscriptos) ex E communi omnium puncto transferantur, notatis diligenter ipsa translatione punctis, per quæ flexu vniformi sine angulis designentur lineæ tum horariæ, tum Signorum.

Sit hoc exemplum pro parallelo Cancri; in tabula secunda sub ♋ sic habetur, Azimuth G. 90, A. min. 0. Almucant. G. 71 min. 30. sumantur itaque in X Z, ab X versus Z gradus 71 min. 30 aperto ad eorum interuallum circino; & eodem sic aperto transferantur ab E versùs T in Vertica-

lem 90, ad partes horologij auſtrales, ſiue in lineam Meridianam: poſito ſcilicet pede fixo in E, alterius cuſpide mobili ſecetur E T in A; eritque A punctum parallelo Cancri & verticali 90, id eſt, Meridiano commune: & ita de alijs.

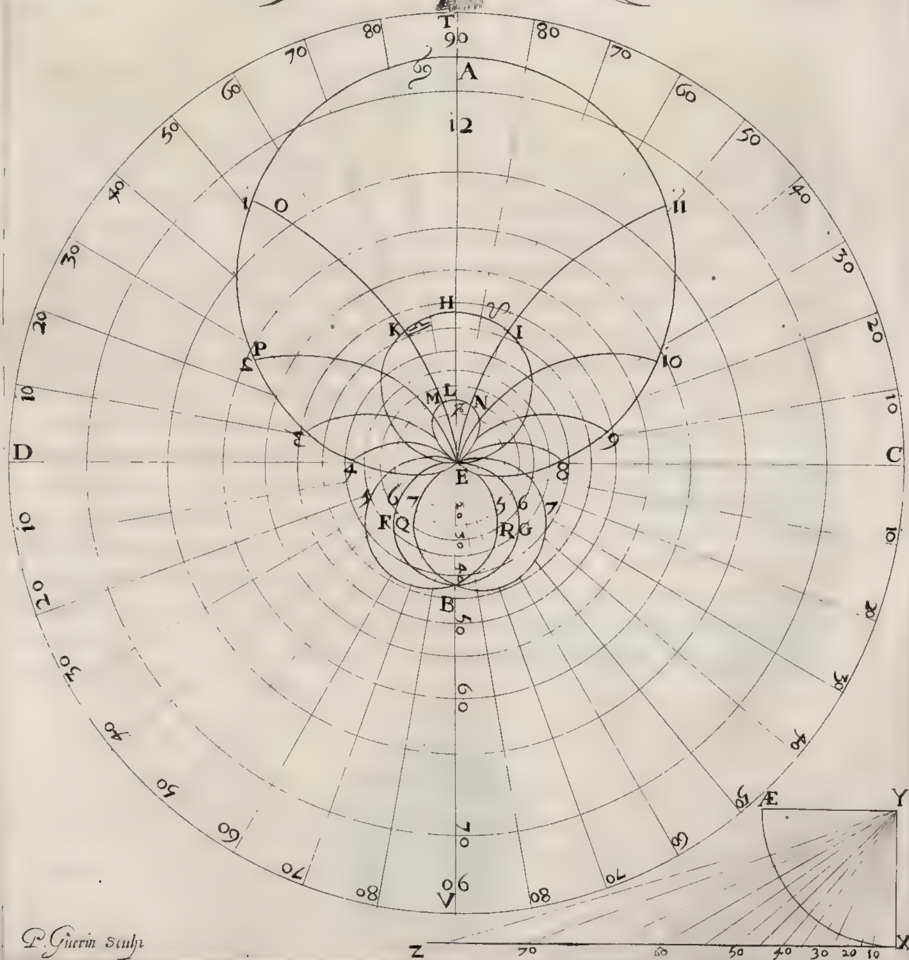
In hoc horario parallelus Cancri eſt arcus A P E cum alio huic oppoſito: Æquinoctialis H K E I: Capricornus ſimilitudinem habet oui L M E N: circulus horæ ſextæ à merid. & à med. nocte eſt E F B G: & polus Arcticus eſt B: linea horæ primæ à meridie eſt O K M E; & ita de reliquis, quas ſufficiet ducere à Cancro vſque in Capricornum; cùm extra illos radius Solis cadere nequeat. Ego tamen eas vſque in E perduxi imò circulum horæ 6, & alios duos E Q B pro 7, ac E R B pro 5 integros delineaui, vſque ad polum B; vt rei nouæ, & ea ſolùm de cauſa, difficili quantum poſſem lucis afferrem.

Denique, ſicut non ſemel dixi, punctum E eſt apparens Horizon in hoc horario; re tamen vera E eſt Zenith; & ſub eo in linea perpendiculari collocandum eſt ſpeculi centrum; eiuſque ab eodem puncto E diſtantia æqualis eſſe debet rectæ Y X; ſitus autem horologij iſte eſſe debet: T Septentrionem reſpiciat, V meridiem, & recta T V exiſtente ſub Meridiano, planum horarij æquidiſtet Horizonti; ſpeculum autem diſponatur firmeturque; & cùm ad vſum venietur circa duos illos axes, moueatur; affixa dioptra motum eius & inclinationem regente, vt ſupra dictum eſt.



SPECV-





P. Guerin sculp.

SPECVLI CYLINDRICI AD REM GNOMONICAM TRANSLATI, MIRABILES *PROPRIETATES*,

Explicantur tum theoreticè, tum practicè.

PRAEFATIO.



PROPRIETATES speculi cylindrici hìc ego solùm eas pertractare propono, quæ pertinent ad arcana reflexionis Gnomonicæ, id est (quod mei est instituti) reflexionis radiorum solarium factæ à speculo cylindrico Gnomonis subeunte vices; nam cæteras quidem proprietates ita diffusè, ac dilucidè pertractant Alhazen lib. 4, 5, & 6; Vitellio lib. 7, & 9; alijque: vt de illis nunc dicere non solùm extra propositum esse existimem; sed etiam omnino superfluum. Vt verò, quæ ad propositam theoriam spectant compendio maiori absoluam, solùm de conuexis speculis cylindricis agam, tum quia in hoc negotio concaua parum vtilitatis habent; tum etiam quia quæ de conuexis (quod ad rem nostram pertinet) dicta fuerint, seruata proportione de concauis dici queunt, vt facilè intelligitur ex natura huiusmodi speculorum. Quidquid autem de cylindris ipsis conuexis dicam; intelligendum est de rectis; nam de scalenis nihil dicam. Adderem etiam libenter aliqua de speculo conico ad rem Gnomonicam similiter transferendo, sed cùm ea quæ illi propria sunt accuratiùs perpendissem, comperi vtilitatis, vel oblectamenti non certè multùm illi inesse; decreuique pauculas istas mihi nunc raptim concessas horas, alijs magis necessariis scribendis, vtiliùs impendere.

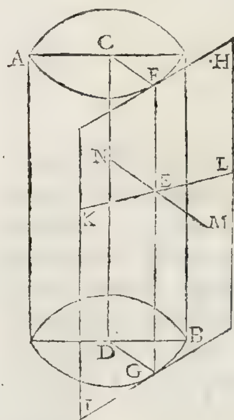


Pro-

Propositio LXXXV.

In omni reflexione cylindrica, axis reflexionis, intra speculum productus, per axem speculi incedit ad eundem rectus.

SIt ſpeculi cylindrici A B punctum quodcunque E, in quod radius cadat vndecunque; & ſit ſpeculi axis C D, axis verò reflexionis in puncto E erectus E M. Dico ipſum E M productum intra ſpeculum tranſire per eius axem C D; atque ad eundem eſſe perpendicularem. Sit enim linea longitudinis F G per E punctum incidentiæ ducta, & vtriuſque baſis peripheriam in F, G, ſecans: & quia *per 6 poſtulatum*, quælibet huiuſmodi linea æquiualet ſpeculo plano cylindricum in ipſa tangenti; ſit planum ſpeculum H I tangens in F G cylindricum A B; iunganturque F C, G D: ſic erit parallelogrammum G C perpendiculare ad H I. Deinde ſit K E L communis ſectio plani H I, & ſuperficiei reflexionis cuiuſcunque, per E punctum incidentiæ, incedentis; & quia *per 2 poſtul.* ſuperficies reflexionis eſt ad ſpeculum recta; axis verò reflexionis *per definit. 7* rectus eſt ad K E L: ſequitur axem reflexionis E M, in puncto E erectum, eſſe ad planum H I perpendicularem. Et quia idem E M, ſi intra cylindrum versùs N producatur; erit in plano G C; vtpote communis ſectio illius & ſuperficiei reflexionis pariter productæ; conſequenter tranſibit ſimul cum eodem G C per axem cylindri C D: & quidem ad eundem rectus; cùm ex demonſtratis, rectus ſit ad H I, cui *per constructionem*, æquidiſtat C D. Idem autem ſimili modo oſtendi poteſt de quocunque alio axe reflexionis. Igitur in omni reflexione cylindrica, axis reflexionis &c. Quod fuit demonſtrandum.



Corollarium.

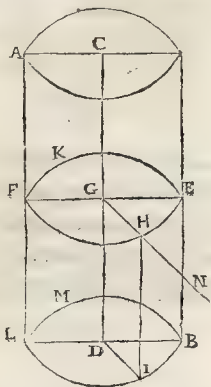
HInc patet, dato quouis puncto incidentiæ in ſuperficie ſpeculi cylindrici, poſſe in axe eiuſdem inueniri punctum, quo eum ſecat axis reflexionis in eo puncto incidentiæ erectus: vt dato puncto incidentiæ E demittatur ex E ad baſim perpendicularis, ſeu axi D C parallela linea longitudinis E G, ſecans baſim in G; & ipſi E G ſumatur æqualis N D in axe C D; eritque N, punctum in quo axis reflexionis, in puncto E erectus M E, axem ſpeculi ſecabit productus.

Pro-

Propositio LXXXVI.

Si fiat reflexio à quocunque puncto sectionis speculi cylindrici, quæ basi eiusdem æquidistet; axis reflexionis, intra speculum productus; per centrum sectionis incedit.

SIt speculi cylindrici A B, sectio F H E K, basi L I B M æquidistans cuius diameter F E, axem speculi C D secet in G, quod punctum consequenter erit centrum sectionis, seu circuli F H E K. Sumatur autem in circumferentia F H E K punctum quodcunque H, à quo reflexio fiat: dico axem reflexionis in puncto H erectum, vt H N, si intra speculum producatur; transire per G. Quia enim N H productus incedit per C D, ad ipsum rectus *per præcedentem*; sequitur eundem NH ita productum, & esse necessariò in superficie plana circuli F H E K; & in eodem cum ipsa puncto secare axem C D: id autem punctum *per constructionem* est G. Igitur &c. potest verò idem similiter de quocunque alio similis reflexionis axe demonstrari. Igitur si fiat reflexio à quocunque puncto, &c. Quod fuit demonstrandum.



Corollarium.

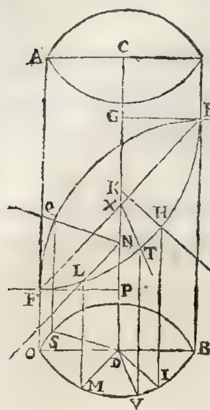
SI in Sphæra circulus maximus intelligatur facere in speculo cylindrico sectionem basi parallelam; axis reflexionis erectus in aliquo sectionis puncto, erit necessariò in plano ipsius circuli maximi; cùm ex hypothesi incedat per sectionem; & ex demonstratis per centrum eius, quæ duo sunt in plano dicti circuli maximi.

Propositio LXXXVII.

Si à punctis, quæ in oxygonia cylindrici speculi sectione sunt, reflexiones fiant, axes reflexionum in ijs punctis erecti, axem speculi non eodem simul omnes puncto secant.

SIt speculi cylindrici A B, axis C D, & oxygonia sectio E H F Q, in qua sumantur puncta quælibet E, H, L, F, pro punctis incidentiæ, à quibus etiam reflexiones fiant: sitque axis reflexionis R E in E vertice sectionis erectus, qui *per propos.* 85, axem C D, in G, ad angulos rectos secet productus.

tus. Dico axem reflexionis in H erectum non in eodem puncto G ſecare axem C D, ſed in alio, punta K. Ducatur per H linea longitudinis ſpeculi H I, ſecans peripheriam baſis in I; iungaturque I D; erit ergo I D, in plano baſis, recta tum ad I H, tum ad D C; ſumpta autem D K æquali ipſi I H, erit K punctum in quo *per corollar. propoſ.* 85, axis reflexionis in H erectus ſecabit axem C D. Ita ſumpto L pro puncto incidentiæ, & demiſſa L M longit. linea, quæ ſecet baſim in M, ſumptaque D N æquali rectæ M L, erit N punctum, in quo axem C D ſecabit axis reflexionis in L erectus; ita etiam ſumpto F pro puncto incidentiæ, & facta D P, æquali lineæ longitudinis F O, erit P punctum in quo eundem axem C D ſecabit axis reflexionis erectus in F: at puncta K, N, P, non ſunt idem cum puncto G; ſiquidem G D, K D, &c. ex dictis ſunt æquales lineis longitudidinis E B, H I, &c. quas inuicem æquales eſſe eſt impoſſibile, ob ſectionis F H E Q obliquitatem. Atque adeo non in eodem puncto axem ſpeculi ſecant axes reflexionum, erecti in ſectionis oxygoniæ punctis E, H, &c. Igitur ſi à punctis, quæ in oxygonia, &c. Quod fuit demonſtrandum.



Corollarium 1.

SI duo quælibet ſectionis oxygoniæ puncta, pro punctis incidentiæ, ſumantur vt L & Q, æqualiter ab vtrolibet maximæ diametri vertice, F nimirum aut E, remota; duo aexs reflexionis in ijs erecti, productique intra ſpeculum, axem eius C D ſecabunt in eodem puncto, vt N. Linea enim longitudinis à puncto Q demiſſa, & baſim ſecans in S, æqualis eſt lineæ longitudinis L M; & conſequenter axis C D portioni D N eidem æquali.

Corollarium 2.

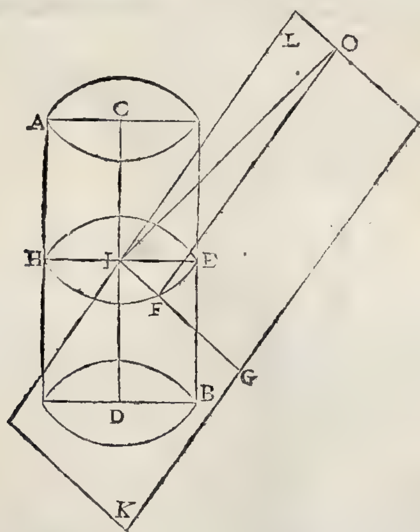
SI in alterutra ſectionis oxygoniæ parte E H F, aut E Q F, punctum ſumatur; vt T, æqualiter diſtans ab vtroque maximæ diametri vertice E & F; axis reflexionis in illo puncto erectus, & intra ſpeculum productus, ſecabit eius axem, vt in X ſimul cum eadem oxygoniæ ſectionis maxima diametro E F: nam axis reflexionis T X coincidet tunc cum ſectionis eiuſdem minima diametro, & conſequenter linea longitudinis T V ſecans baſim in V, æqualis erit ipſi D X portioni axis C D, & recta à centro baſis D, in V ducta ſecabit eiuſdem ſemicirculum O V B, in duas partes æquales,

Pro-

Propositio LXXXVIII.

Si plurium ab vno lucido puncto incidentium radiorum reflexio fiat à cylindrici speculi sectione basi æquidistante, omnia reflexionum plana se simul intersecabunt in vna linea recta à lucido ad centrum sectionis reflectentis ducta.

Sit in speculo cylindrico A B sectio basi æquidistans H F E, in quam ex quodam puncto lucido O radij lucis plurimi cadant, à qua & reflectantur: ducatur autem recta O I, videlicet à lucido ad sectionis reflectentis H F E centrum, quod sit I, in concursu axis C D, & diametri H E. Dico omnia plana reflexionum incedere per rectam O I. Sit enim quodlibet punctum incidentiæ F, in dicta sectione H F E; & radius incidens O F; & axis reflexionis in F erectus F G. Quia itaque *per definitionem 6, & 7 huius*, in plano reflexionis simul sunt axis reflexionis & radius incidens: siqua linea sit axem reflexionis, & radium incidentem simul secans, & triangulum cum eis faciens; ea *per 2 11 elem.* erit in eodem cum illis plano videlicet plano reflexionis: at recta O I radium incidentem O F secat in O, & axem reflexionis G F in I (vtpote qui productus per centrum I incedit *per*



86 huius) atque adeo cum vtroque triangulum facit F O I. Si itaque planum reflexionis fuerit K L per dicti trianguli latera duo F I, F O (id est per radium incidentem, & per axem reflexionis) incedens; incedet

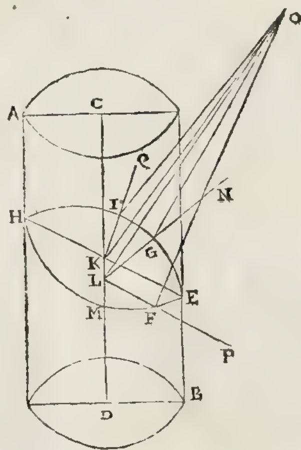
etiam

etiam necessariò per tertium eiusdem trianguli latus O I. Et quia in simili quacunque hypothesi, de quolibet alio reflexionis plano, idem simili modo demonstrari potest, sequitur omnia huiusmodi reflexionum plana per vnam rectam O I incidere; atque adeo in eadem se se inuicem secare. Igitur si plurium ab vno lucido &c. Quod fuit demonstrandum.

Propositio LXXXIX.

Si plurium ab vno lucido puncto incidentium radiorum reflexio fiat à cylindrici speculi sectione oxygonia; quælibet duo reflexionum plana in quibus ad vtrasque partes sectionis reflectentis, æqualis fuerit incidentiæ siue reflexionis obliquitas, secabunt se in singulis rectis à lucido per speculi axem ductis.

Sit speculi cylindrici A B, axis C D, & sectio oxygonia F E I, in quam ab vno quouis puncto lucido O plurimi radij cadant, à qua & reflectantur. Supposito verticem sectionis E, esse in plano per O, & per axem C D, atque etiam per maximam sectionis diametrum H E incedente, sumantur duo quælibet incidentiæ puncta hinc inde ab E æqualiter distantia F, G; sintque O F, O G radij incidentes, & quidem æquali incidentiæ obliquitate propter æqualem iam dictam punctorum F & G ab E distantiam.



Dico reflexionum plana duo, in quibus sunt duo radij O F, O G, se se mutuò secare in quadam recta ab O per cylindri axem C D ductam. Si enim in punctis F, G, axes reflexionum F P, G N erigantur; & mox intra speculum producantur; hi axem C D in vno eodemque puncto secabunt *per primum*

mum Corollarium. propositio 87. Si itaque hoc punctum fuerit L; connectatur L O; & fient hoc ipso ad rectam L O, duo triangula L F O, L G O, commune vnum latus habentia L O; quorum quodlibet *per* 2 11 *elem.* in vno est plano; & quia planum reflexionis in quo *per definit.* 6, & 7 existit radius incidens O F, & axis reflexionis productus P F L, est illud planum in quo est triangulum L F O; in eo etiam est recta L O. Quia verò similiter planum reflexionis, in quo est radius incidens O G, cum axe reflexionis, producto N G L, est illud planum in quo est triangulum L G O, in eo etiam est recta L O, tanquam latus illius trianguli; erit igitur L O communis vtrique plano reflexionis, sicut communis est vtrique triangulo. Hæc verò plana, licet hìc non exprimantur, intelligi tamen facilè possunt, ad similitudinem plani K L *præcedenti propos.*

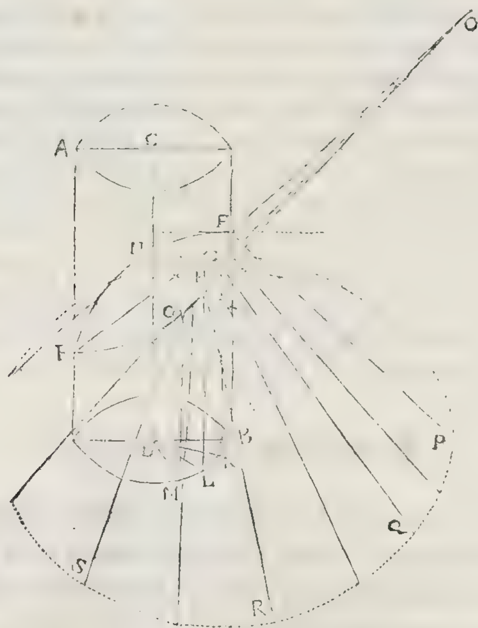
Præterea si aliud quoduis punctum incidentiæ, præter F & G, sumatur vt I; & radius incidat O I; axisque reflexionis erectus I Q intra speculum producatur; hic necessariò secabit axem C D in aliquo puncto quod non erit L *per* 87 *huius*: sit ergo illud punctum K, & connectatur K O; erit necessariò ipsa K O distincta à recta L O. Et quia ex iam demonstratis planum reflexionis in quo existit radius incidens O I, & axis reflexionis I Q, incedet per rectam K O, & per eandem etiam ex demonstratis incedet aliud planum reflexionis, ex altera parte sectionis reflectentis, si in ea aliud punctum vt M sumatur, æqualem cum ipso I habens distantiam ab E: sequitur hæc duo vltimò dicta reflexionum plana, & duo illa priùs dicta, non per eandem rectam à lucido ad axem speculi ductam incedere. Quod idē cùm æquè possit de alijs quibuscunque similium reflexionum planis demonstrari; sequitur quælibet duo huiusmodi plana, æquè obliquas continentia incidentias, seu reflexiones, per singulas huiusmodi rectas incedere, ac in illis se inuicem secare. Igitur si plurium ab vno puncto lucido incidentium radiorum, &c. Quod fuit demonstrandum.

Propositio LXXXX.

Si aliqua superficies plana in speculo cylindrico sectionem fecerit non perpendicularem basi, & in sectionem ab vno puncto lucido, plurimi cadant radij; ijdem inde reflexi in orbem simul emittentur circa speculum.

SIt speculum cylindricum A B, in quo trans axem C D, atque adeo non ad basim perpendiculariter, superficies quædam plana sectionem fecerit E N F G; & in eiusdem sectionis puncta E, I, H, G, à puncto vno lucido vbilibet in O constituto radij cadant O E, O I, O H, O G: alia quidem similia incidentiarum puncta cogitare licet in tota sectione, tum in eodem arcu E G, tum in altero opposito E N; necnon similes ex eodem O

radios in ea cadentes; ſed quatuor illa ſufficient ad propoſitũ demonſtrandum. Dico itaque eos radios à dictis punctis ſectionis cylindricæ tali modo reflecti, vt reflexi in orbem circa ſpeculum emittantur; id eſt radium O E, ita reflecti in E P; & O I in I Q &c. vt reflexi E P, I Q, H R, G S, &c. in orbem diſponantur circa ſpeculum A B. Demittantur enim à ſingulis incidentiarum punctis E, I, H, G, ſingulæ rectæ ad baſim perpendiculares, eamque ſecantes in B, K, L, M; quæ referant eas lineas longitudinis, in quibus dicta incidentiarum puncta continentur: à baſis autem centro D ad eiuſdem puncta B, K, L, M, rectæ ducantur, D M, D L, D K, D B. Quia igitur *per poſtulatum 6*, quælibet linea longitudinis ſpeculi cylindrici æquiualet lineæ ſpeculi plani contingentis ipſum cylindricum in ea linea; pari quoque ratione, quodlibet punctum in linea longitudinis exiſtens æquiualet puncto exiſtenti in linea ſpeculi plani, vt dictum eſt, contingentis, cæteris paribus; ac proinde radij incidentis O E, talis fiet reflexio à puncto incidentiæ E, exiſtente in linea longitudinis E B, qualis fieret ab eodem ſi



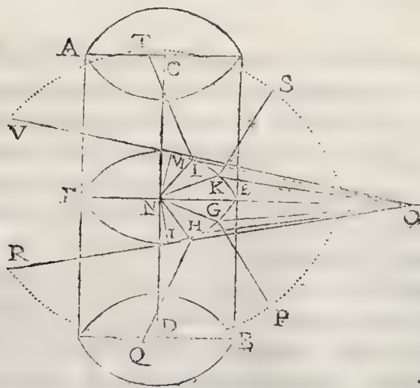
exiſteret in linea ſpeculi plani cylindricum tangentis in eadem E B: ac eodem modo radij incidentis O I, talis fiet reflexio à puncto incidentiæ I exiſtente in linea longitudinis I K, qualis fieret ab eodem, ſi exiſteret in linea ſpeculi plani tangentis idem cylindricum in eadem I K; & ita de alijs. At verò ſi puncta E, I, H, G, eſſent in planis dicto modo tangentibus cylindricum ſpeculum, radios ex O incidentes O E, O I &c. reflecterent quodam-

modo

modo in orbem. Quia enim *per definit.* 6, & 7, radius reflexus eſt ſemper ſimul cum incidente in ſuperficie per axem reflexionis tranſeunte; in qua etiam ambo *per poſt.* 3 angulos cum eodem axe ſemper æquales efficiunt; neceſſe eſt, vt radiorum ab vno puncto in varia ſpecula plana incidentium reflexiones imitentur, ſuo ſequantur ſuo modo ordinem illum, & ſitum, qui in varijs ipſarum reflexionum axibus reperitur. Axes verò reflexionum quæ fiunt à punctis E, I, H, G, ſunt in orbem diſpoſiti; ſiquidem *per propoſ.* 85 in prædictis punctis erecti, per axem CD tranſeunt, ac proinde ſunt in planis per lineas longitudinis EB, IK, &c. & ſimul per axem ſpeculi CD, tranſeuntibus vt DBE, DKI, &c. Cùm itaque dicta plana ſe ſe mutuò ſecantia in cylindri axe CD, circa illum in orbem diſpoſita ſint; ſimul etiam ipſi axes reflexionum per puncta E, I, H, G, tranſeuntes, atque in ijs planis exiſtentes, circa cylindrum in orbem diſpoſiti ſunt. Igitur ſimili modo, cum proportione, reflexiones radiorum ex O, in E, I, H, G, incidentium, fient in orbem: ſiue (quod idem eſt) radij ipſi reflexi, EP, IQ, HR, GS, alijque huiuſmodi, emittentur in orbem circa ſpeculum cylindricum AB. Igitur ſi aliqua ſuperficies, &c. Quod fuit demonſtrandum.

Propoſitio LXXXXI.

Si ab aliquo plano ſpeculum cylindricum ita ſecetur, vt baſi eius æquidiſtet ſectio; in ipſam autem ſectionem plurimi cadant radij ab vno puncto lucido, quod in eodem plano ſecante exiſtat; radij inde reflexi ita emittentur in orbem, vt ſimul ſint cum incidentibus, in eodem plano ſecante.



SIt in ſpeculo cylindrico AB, ſectio baſi æquidiſtans FIEM, facta à plano in quo punctum lucidum ſit O, radios in ſectionis puncta I, H, G, E, K, L, M, emittens. Dico radios EO, GP, HQ, IR, &c. *per præcedentem*

tem circa ſpeculum in orbem reflexos, ex incidentibus OE, OG, OH, &c. in eodem cum illis plano eſſe; videlicet in eodem plano ſecante, cui ſpeculi baſis æquidiſtat, repræſentato per circumferentiam RQSV. Sit enim N centrum ſectionis FIEM; ergo *per 86 huius*, axes reflexionum in punctis G, H, IK, L &c. erecti GN, HN, &c. per N pariter incedent, atque adeo in plano ſectionis FIEM erunt. Et quia *per conſtructionem* in eodem ſectionis plano, vtpote in plano ſecante; eſt lucidum punctum O; ſequitur in eodem etiam eſſe radios incidentes OE, OG, OH, &c. Quia verò *per 6, & 7 definit.* radius incidens, & reflexus in plano per axem reflexionis tranſeunte pariter ſunt; ſequitur reflexos radios tum EO (qui perpendiculariter reflectitur, ſicut OE inciderat perpendiculariter) tum reliquos ex obliquè incidentibus, obliquè etiam reflexos GP, HQ, IR &c. eſſe ſimul omnes cum dictis omnibus incidentibus in eodem plano ſpeculum ſecante, & baſi eiuſdem parallelo. Igitur ſi ab aliquo plano ſpeculum cylindricum ita ſecetur, vt baſi eius æquidiſtet ſectio, &c. Quod fuit &c.

Propoſitio LXXXXII.

Si radij ab vno puncto lucido in cylindrici ſpeculi ſectionem; ſeu baſi parallelam, ſeu oxygoniam, incidentes, non fuerint in plano quod eiuſdem baſi æquidiſtet; reflexi ab eadem ſectione radij ſic in orbem circa ſpeculum emittentur, vt etiam ſimul plano baſis, quæ ad partes puncto lucido oppoſitas, fuerit, inclinentur.

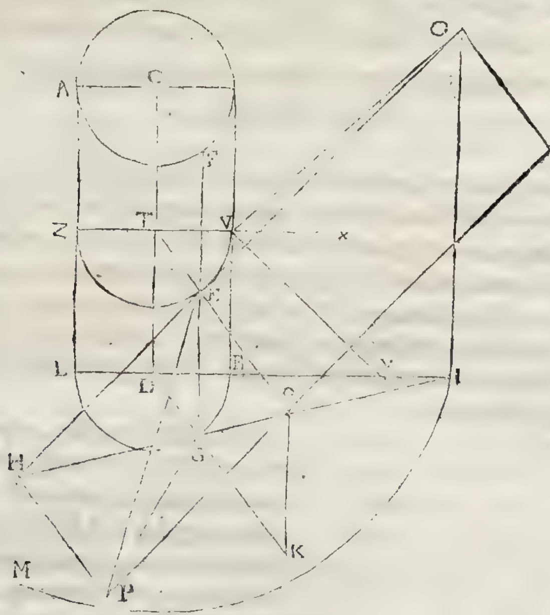
PLanum aliquod ſecet vtcunque ſpeculi cylindrici AB circumferentiam in ZEV, & axem, qui ſit CD in T: deinde ex puncto lucido O vbilibet conſtituto; ita tamen, vt radij ab eo in ſectionem ZEV cadentes vt OV, OE, ac ſimiles; non ſint in planis, quæ baſi æquidiſtent: ſit verò LGB ea baſis, quæ ad partes lucido puncto O oppoſitas eſt, vltra ſectionem ZEV, cuius etiam baſis planum intelligatur citra circumferentiam LGB, vſque ad IM, verbi gratia, extenſum. Vt autem huic baſis plano minimè æquidiſtent ea plana, in quibus radij incidentes vt OV, OE fuerint; ſupponatur recta, vt OI (ab O ad baſis extenſum planum LIM, perpendiculariter demiſſa) longior, quàm ſit quælibet linea longitudinis ſpeculi inter quodlibet punctum incidentiæ, & eandem baſim comprehenſa; vt ſunt VB, & EG.

His poſitis dico radios ex incidentibus OV, OE, reflexos VY, EP (qui quidem cum alijs ſimilibus *per 90 huius* in orbem circa ſpeculum emittuntur) inclinari ad planum LIM.

Pri-

Primò enim si fuerit reflexionis axis T X erectus in puncto incidentiæ V, & speculi axem C D *per 85 huius* ad angulos rectos secans in T; radius verò O V sit in plano reflexionis per C D axem speculi, ac per eiusdem lineam longitudinis V B incedens, secansque planum L I M in linea recta L B I; radius reflexus V Y, in eodem plano *per 6 definit.* existens; vltra axem reflexionis V X, ad partes puncto lucido oppositas, emittetur; alioqui caderet inter X & O, quod est impossibile. At hoc modo radius V Y faciet cum recta B Y, tanquam cum catheto reflexionis, angulum V Y B, qui *per definit. 5 11 elem.* erit angulus inclinationis eius ad planum L I M.

Secundò si fuerit axis reflexionis T Q in puncto incidentiæ E erectus; per ipsum autem & per O E radium incidentem incedat planum P O, tanquam planum reflexionis; in eo etiam radius reflexus, qui sit E P, existet *per definit. 6, et 7 huius*: Et quia *per constructionem* radius O E non est in pla-



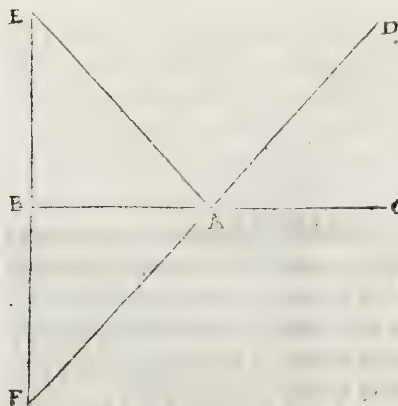
no quod basi speculi, seu plano L I M, æquidistet; sequitur planum P O non ei æquidistare, sed necessariò inclinari: quia verò in eodem plano P O axis reflexionis E Q, æquidistat plano L I M (cùm *per 85* sit perpendicularis ad speculi axem C D) nulla alia recta esse potest, quæ in eodem plano P O existens, & ipsam E Q secans, æquidistet plano L I M: alioqui enim posset contra hypothesim, eidem æquidistare ipsum planum P O; siquidem possent in isto duæ se tangentes vt Q E, P E, duabus alijs in illo se etiam tangentibus vt K G, P G, parallelæ sumi; atque adeo duo plana P O, L I M per eas ita parallelas incedentia, parallela essent *per 15 11 elem.* Cum itaque

recta E Q in plano P O, æquidiſtet plano L I M, vt antè oſtenſum eſt, ſequitur cæteras omnes inter Q & H in eodem plano P O exiſtentes, & ab eodem puncto E procedentes, ad planum L I M inclinari: nam è contrà illæ, quæ inter Q & O ſunt, ex parte O potius eleuantur. At radius ex incidente O E reflexus non poteſt cadere inter ipſum O E, & axem reflexionis E Q, vt iam dictum eſt de ſimili reflexo V Y; igitur cadet inter E Q & E H, vt in E P; & hoc ipſo *ex iam demonſtratis*, inclinabitur ad planum L I M; eritque E P G angulus inclinationis. Idem autem ſimili modo demonſtrari poteſt de quibuſcunque alijs à ſectione Z E V ſimiliter reflexis radijs. Igitur ſi ab vno puncto lucido, &c. Quod fuit demonſtrandum.

Lemma.

Duo puncta quibus in ſpeculo plano cathetum reflexionis ſecant hinc radius incidens productus, inde radius reflexus, æqualiter diſtant ab eiuſdem ſpeculi plani ſuperficie.

SIt punctum luminoſum D; & ſit B A C communis ſectio ſpeculi plani, & ſuperficiei reflexionis; in eius autem aliquod punctum A incidat radius D A, & ſuppoſito angulo reflexionis B A E, *qui per 3 poſtul. huius*, ſit æqualis angulo incidentiæ C A D: erit radius reflexus A E, qui rectam E B ad B C, atque ad ſpeculum ex hypotheſi perpendicularem, id eſt *per definit. 5 huius*, cathetum reflexionis, ſecet in E: radius verò incidens D A producatur donec eandem catheti lineam, etiam productam, ſub ſpeculo ſecet, verbi gratia, in F.



Dico E & F puncta, æqualiter diſtare à recta B C, & eatenus à ſuperficie ſpeculi plani, cuius ea eſt ſectio. Quia enim angulus B A E reflexionis, eſt *per conſtructionem* æqualis angulo C A D incidentiæ; eſt etiam æqualis angulo B A F; cùm hi duo ſint inuicem ad verticem æquales *per 15 1 elem.* & quia anguli E B A, F B A (vtpote recti *per conſtructionem*) ſunt etiam æquales, ſequitur *per 26 1 eiuſdem*, duorum triangulorum B E A, B F A, æqualia eſſe duo latera B F, B E. Quia igitur E à ſuperficie ſpeculi ſeu à recta B C, diſtat interuallo E B, & ab eadem B C diſtat F interuallo F B; ſequitur ambo ea puncta æqualiter diſtare à ſuperficie ſpeculi. Igitur duo puncta quibus &c. Quod fuit demonſtrandum.

Idem

Idem demonstrant Euclides *in Catoptricis*, Vitellio *lib. 5 propos. 49*, & Alhazen *lib. 5 prop. 11*; licet sub alijs terminis, quatenus loco puncti lucidi in D ponunt oculum; in E autem punctum visibile, & in F locum imaginis: concluduntque loci imaginis distantiam à superficie speculi plani sub speculo, & puncti visi supra speculum planum existentis, esse eandem: sed hæc in idem recidunt quoad æqualitatem tum angulorum cum laterum vtriusque trianguli.

Propositio LXXXXIII.

Datis puncto incidentiæ in superficie speculi cylindrici; & puncto ex quo radius sit incidat vt (iuxta præcedentem propositionem) reflexus, ad basis planum inclinetur: inuenire in eodem plano punctum, in quod idem reflexus cadit.

POsito speculo cylindrico cuius axis sit C D, & posito Y I Z plano basis D G B extenso vsque ad circumferentiam I Z; & dato etiam puncto lucido O, duæ fieri possunt quoad punctum incidentiæ hypotheses: vel enim punctum incidentiæ erit simul cum puncto O, in plano reflexionis per speculi axem CD transeunte; vel erit in plano reflexionis ad eundem axem inclinato. Soluetur autem problema in vtraque hypothesim.

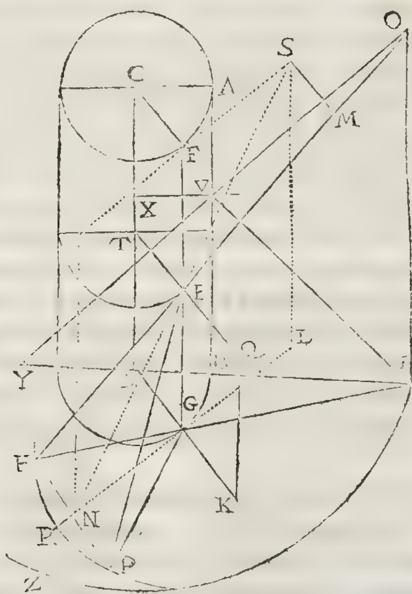
Et primò quidem sit datum V punctum supra planum Y I Z minùs, quàm O eleuatum, in quo erectus reflexionis axis sit V X, speculi axem C D secans in X: planum verò reflexionis per O V atque per V X incedens, incedat etiam per C D; & basim speculi secet in recta Y D I. Quæritur iam in plano Y I Z punctum in quod radius ex incidente O V reflexus cadet; cadet autem *per præcedentem 92*, quia radius O V non est in plano basi parallelo, cùm sit O I perpendicularis, longior quàm V B, ab ipso V ad basim etiam perpendiculariter demissa. Secet itaque V B ipsam Y I in B; & producto radio incidente O V, donec eandem Y I secet in Y; sumatur B I æqualis ipsi B Y; eritque I punctum quæsitum in quod reflexus ex V radius cadet V I.

Aliter. Fiat ad lineam longitudinis A B angulus reflexionis B V I æqualis angulo incidentiæ A V O; eritque radius eum angulum continens, reflexus V I; qui cùm secet rectam Y I in I dabit ipsum I, vt priùs, pro puncto quæsito &c. Atque hæc operatio non alia indiget demonstratione, quàm angulorum incidentiæ, & reflexionis æqualitate debitè obseruata. Illa autem prior operatio sic demonstratur, quia *per postul. 6*, quælibet linea longitudinis in speculo cylindrico, æquiualet speculo plano contingenti, &c. sequitur reflexionem radij incidentis O V fieri eodem modo, ac fieret si punctum V esset in speculo plano; cuius, & plani reflexionis sectio communis esset recta A B: at *per lemma præcedens*,

in

in eo casu cùm sit Y I cathetus, secans superficiem speculi in B, reflexio ita fieret, vt puncti Y à puncto B distantia sub speculo æqualis esset distantiæ puncti I ab eodem puncto B supra speculum. Igitur &c.

Secundò proponitur idem lucidum punctum O cum alio incidentiæ puncto E; radiusque O E incidens, qui nec esse potest in superficie reflexionis per speculi axem C D transeunte; (cùm sit extra lineam longitudinis A B nec in plano basi parallelo, cùm iuxta conditionem *præcedentis propositionis* sit O supra Y I Z elatius quam E) quæriturque in plano Y I Z punctum, in quod radius ex eodem O E incidente reflexus cadet: cadet autem quia *per præcedentem* ad idem Y I Z inclinatur. Itaque recta O I planum Y I Z secet, vt priùs, perpendiculariter in I, & linea longitudinis ex E demissa basim, seu idem Y I Z secet in G; ducaturque in eodem plano ex I per G recta I G H, quam alia ex O per E ducta secet in H; tum ex basis centro D per G ducatur recta D G K, & ad eam in eodem plano Y I Z per idem punctum G perpendicularis agatur recta R G L: postmodum ex G tanquam centro, interuallo autem G H, describatur arcus H P secans rectam R G in R; sumptoque arcu R P æquali ipsi R H, erit P in plano Y I Z



punctum, in quod E P radius ex incidente O E reflexus cadit.

Quia enim basis semidiameter est D G, ad quam per extremitatem G, ducta est perpendicularis R L; sequitur ab eadem R L circumferentiam basis tangi: ac proinde si linea longitudinis per E incedens basim infimam secet in G, & superam in F, axi C D parallela; per rectas autem R L,

G F,

GF, incedat ſpeculum planum N S;illud neceſſariò continget cylindrici ſuperficiem; eritque communis vtriuſque contactus recta F G; & reflexio à puncto E in ſuperficie ſpeculi cylindrici eodem modo fiet,ac ſi punctum E eſſet in ſpeculo plano N S, *per poſtul. 6 huius*.

Itaque erecto in puncto E axe reflexionis T Q, ad planum ſpeculum N S perpendiculari, & cylindrici ſimul axem C D *per 85 huius* ad angulos rectos ſecante in T, per illum incedat planum reflexionis cuius cum ſpeculo plano N S, communis ſectio ſit recta N E S; ex parte autem radij incidentis O E, in aliquo dictæ rectæ puncto S, ad ipſum planum N S perpendicularis, ſeu reflexionis axi E Q parallela, intelligatur recta S M ſecans radium incidentem O E in M; eritque *per definit. 5 huius*, ipſa S M cathetus incidentiæ.

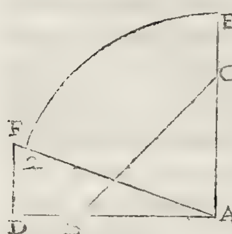
Præterea ſi in plano Y I Z ponatur H P recta ſubtendens arcum H R P, ſecetque eam recta R L in N, ſecabit eam bifariam; cùm ipſum arcum H R P ſecet bifariam in R *per conſtructionem*; eritque ipſa H P ad R L perpendicularis *per 33 elem.* atque adeo *per 28 primi* erit parallela rectæ D K,vtpote quæ ſit ad eandem R L perpendicularis *per conſtructionem*. Et quia D K perpendicularis eſt ſimul ad R L & ad G F; erit etiam *per 4 11 elem.* perpendicularis ad planum N S,quod per R L,G F, ex facta ſuppoſitione incedit. Et quia H P *ex iam demonſtratis* æquidiſtat ipſi D K; erit ſicut & illa ad idem planum N S perpendicularis *per 8 eiuſdem 11*: Et quia punctum N *per conſtructionem* commune eſt recta N E S, & ſimul rectæ R L; ipſa H P per N incedens, & (vt iam dictum eſt) ad ſpeculum planum N S perpendicularis, in plano reflexionis erit tanquam cathetus reflexionis, ergo & ſubtendet angulum reflexionis *per 5 definit. huius*. Et quia H *per conſtructionem* in plano Y I Z eſt punctum, in quo radium O E productum ſecat recta I H; ſequitur à recta P H eundem quoque radium pariter in puncto H ſecari; igitur N H eſt ea portio catheti reflexionis, quæ ſub ſpeculo plano N S inter ipſum, & radium productum O E H comprehenditur: ergo eiuſdem catheti portio N P, ipſi N H *per conſtructionem* facta æqualis, erit ea portio, *quæ per lemma præcedens* ſupra idem ſpeculum N S comprehenditur inter ipſum, & radium reflexum; igitur per eius extremitatem P incedet radius reflexus, qui erit E P. Igitur P eſt in plano Y I Z punctum in quod radius ex incidente O E reflexus E P, cadit. Ergo datis puncto incidentiæ in ſuperficie ſpeculi cylindrici, & puncto ex quo &c. punctum in quod radius reflexus cadit, rectè inuenimus, quod fuit. &c.

Corollarium.

DAtis puncto incidentiæ in ſuperficie ſpeculari cylindrica, & puncto à quo radius incidit, ex dictis poteſt quantitas anguli tum incidentiæ, tum reflexionis inueniri: vt,datis puncto incidentiæ E, & puncto lucido O prout res ſe habent *in ſchemate propoſitionis*; inueniri poteſt quanti-

tas

tas anguli incidentiæ O E S, & anguli reflexionis P E N; quos angulos in plano reflexionis radius incidens O E, & reflexus E P, cum plano ſpeculum in E contingente N S efficiunt. Fiat triangulum rectangulum C B A; cuius duo latera C A, B A, angulum rectum C A B continentia, æqualia ſint lateribus E G, N G trianguli E N G; latus quidem C A lateri E G, latus verò B A ipſi N G: ac deinde connectatur B C: fiantque A E, A D rectæ, æquales ipſi B C; interuallo autem A D, ſiue A E, ex A centro deſcribatur circuli quadrans D E, quem in D contingat recta D F, videlicet perpendicularis ad ſemidiametrum D A, æqualis autem rectæ N P in altero ſchemate; ac demum ex F ad centrum A recta ducatur F A, ſecans quadrantem D E in 2.



Sic enim in primis triangulum C B A perfectè refert triangulum E N G (quod quidem *per conſtructionem* neceſſariò habet angulum rectum in G, licet propter obliquum aſpectum videatur habere obtuſum) & conſequenter latus C B rectam E N (licet hæc ob eandem obliqui aſpectus rationem longior appareat) repræſentabit. Deinde verò ſemidiameter A D eidem C B æqualis, ipſam quoque E N, adhuc referet; ſicut & tangens D E, cathetum N P; ac demum quadrans ex A centro deſcriptus, quadrantem ſimilem, qui ex E centro, in plano reflexionis, inter rectas N E, & E Q ductus intelligi poteſt. Quia igitur D A, D F, ſunt æquales ipſis N E, N P; angulus D A F æqualis eſt angulo N E P, qui eſt angulus reflexionis; eumque metitur arcus D 2: & quia angulo reflexionis; æqualis eſt angulus incidentiæ; cognito angulo N E P, vt dictum eſt, cognoſcitur etiam angulus S E O. Igitur &c.

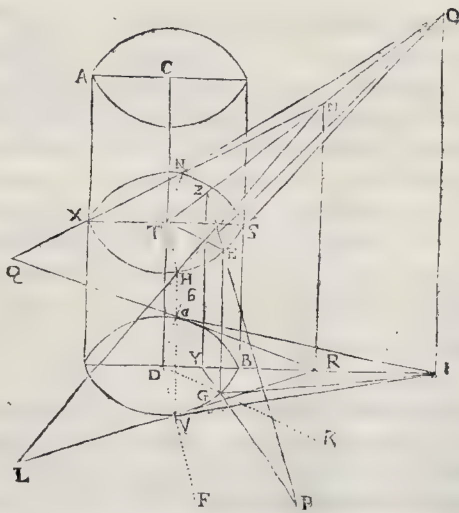
Propoſitio LXXXXIV.

Si plurium ab vno lucido puncto incidentium radiorum reflexio fiat à cylindrici ſpeculi ſectione baſi æquidiſtante, reflexi intra ſpeculum producti, non omnes ad vnum punctum concurrent; ſed omnibus eandem rectam (à lucido ad centrum ſectionis reflectentis ductam) ſecantibus ſolùm duo quilibet, quorum fuerit æqualis obliquitas reflexionis, rectam illam in eodem ſimul puncto ſecabunt.

SIt in ſpeculo cylindrico A B ſectio baſi æquidiſtans X H S N, per cuius centrum T, ac per X S diametrum ſimulque per ſpeculi axem C D incedat planum quoddam D O faciens in plano baſis extenſo ſectionem D I: in eo autem plano ſit punctum quoddam lucidum O; à quo radij cadant

dant in ſectionem ſpecularem X H S N, & ab eadem reflectantur. Dico radios reflexos, intrà ſpeculum, vel etiam iterum vltra ſpeculum productos non poſſe in vnum ſimul omnes punctum conuenire; ſi enim poſſent; punctum illud eſſet neceſſariò in recta O T, quæ ſcilicet à lucido O ad centrum T ducta, eſt *per prop.* 88, communis ſectio omnium planorum reflexionis; at in huiuſmodi linea, eſſe aliquod punctum commune concurſus omnium radiorum à ſectione ſpeculari X H S N reflexorum impoſſibile eſt; quod ſic demonſtro.

Sumptis in ſectione X H S N quibuſlibet punctis E & H ad eaſdem partes inter S & X (quod ea de cauſa obſeruo, ne ſit radiorum incidentium O E, O H, æqualis obliquitas incidentiæ) demittantur ex E, & H lineæ longitudinis E G, H V, ſecantes baſim in G & V; ductiſque à centro D, per G, & V, rectis D G K, D V F, demittatur à lucido O ad D I perpendicularis O I, & connectatur G I; ac ducta recta G P faciente cum G K angulum K G P æqualem ipſi K G I, in eadem G P *per propoſ. præcedentem* quæratur punctum in quod radius ex incidente O E reflexus cadit; quod punctum ſi ex hypotheſi ſit P, erit ipſe reflexus E P. Similiter connexa V I, ducatur V L recta, faciens cum F V angulum L V F æqualem angulo I V F, & in ipſa V L *per eandem* 93, quæratur punctum, in quod radius ex incidente O H reflexus cadit; & ſit illud punctum L; ſitque conſequenter dictus reflexus H L.



Producatur itaque alter ex dictis reflexis P E, donec rectam T O ſecet in aliquo puncto Z: & quia E G P eſt triangulum, duæ rectæ E P, G P in vno ſunt plano *per* 2 11 *elem.* quod quidem cùm per lineam longitudinis E G incedat, ſi producatur, donec planum D O ſecet; communis vtriuſ-

que

que sectio erit Y Z ad basim, atque ad rectam D I perpendicularis *per* 19 11 *elem.* vtpote communis sectio duorum planorum ad basim pariter rectorum, videlicet plani, quod incedit pro radium reflexum E P ac per lineam longitudinis E G; & simul plani D O. Cùm itaque in isto sit recta T O *per constructionem*, illam pariter cum radio reflexo E P producto, secabit in Z, recta Y Z.

Quo posito si alter reflexus L H intra, & mox etiam vltra speculum producatur, secetque eandem rectam T O; punctum communis sectionis cadet necessariò inter Z & O; ac proinde distinguetur à Z; ergo non ad idem punctum rectæ T O concurrent reflexi producti E P, L H. Producatur enim recta L V, donec ipsam D I secet, vt in R; erit autem R necessariò diuersum ab Y; cùm enim maior sit angulus I D F; quàm I D K, & rursus maior sit F V L, quàm K G P, vt patet *ex ipsa constructione*; impossibile est vt L V & P G productæ secent D I, ac se ipsas in eodem puncto Y: igitur R diuersum est ab Y. Nunc itaque ad D I in R excitetur perpendicularis R M; & sic erit R M communis sectio plani D O, & alterius plani ad basim recti, ac per lineam longitudinis H V incedentis, in quo est radius reflexus L H, quem productum, recta R M simul cum T O secabit in M: erit igitur M, punctum in quo reflexus L H M secabit rectam T O; est autem euidens punctum M non esse idem cum Z; cùm R M diuersa sit ab Y Z. Igitur non ad idem rectæ T O punctum concurrunt reflexi P E, L H producti.

Præterea si in altero sectionis cylindricæ reflectentis X H S N semicirculo sumatur pro puncto incidentiæ aliquod punctum habens cum E, siue H, æqualem ab S distantiam, verbi gratia N, arcum S N æqualem arcui S H terminans, ita vt radiorum O N, & O H æqualiter sit obliqua incidentia. Dico fore, vt radius ex incidente O N, reflexus productusque, vt dictum est, secet rectam T O in M, sicut & reflexus L H productus.

Intelligatur enim ex N demissa longitudinis linea secans basim in *a*, & arcum eius abscindens *a* B æqualem arcui V B, sicut est N S æqualis ipsi H S: iuncta *a* I, & è centro D per *a* ducta recta D *a b*, ducatur Q *a* faciens cum *a b* angulum Q *a b* æqualem angulo I *a b*; mox si dicta Q *a* producatur, donec rectam D I secet; eam necessariò secabit in R, sicut recta L V producta.

Quia enim æquales sunt inuicem arcus *a* B, V B *per constructionem*, etiam rectæ I *a*, I V ad vtrasque partes minimæ I B, æquales erunt *per* 8 3 *elem.* Et quia duæ D *a*, D V sunt similiter æquales, vtpote semidiametri eiusdem basis; æqualia erunt duo triangula D I *a*, D I V, quæ communem habent basim D I, habebuntque angulos æquales tum in I atque in D communiter, tum etiam in *a* & V: quia itaque æquales sunt interiores anguli D *a* I, D V I; æquales etiam erunt exteriores *b a* I, F V I; siquidem *per* 13 1 *elem.* exterior *b a* I & simul interior D *a* I æquales sunt duobus rectis, sicut & exterior F V I ac interior D V I. Ergo residui hinc inde *b a* I, F V I erunt

æquales

æquales: & quia angulus *b a* Q *per constructionem* æqualis est angulo *b a* I; ſicut & angulus F V L ipſi F V I; æquales etiam inuicem erunt *b a* Q & F V L; & conſequenter productis rectis Q *a* R, L V R, æquales inuicem erunt anguli D V R, D *a* R; vtpote *per* 15. 1, duobus æqualibus *b a* Q, F V L ad verticem æquales.

Cum igitur ex iam demonſtratis rectæ V D, *a* D æquales ſint, & ſimiliter anguli V D I, *a* D I; duæ rectæ Q *a*, L V productæ facient *per* 26 1 cum D I in vno eius puncto R angulos æquales D R V, D R *a*. Igitur plani D O, & plani per intellectam longitudinis lineam N *a* incedentis, in quo eſt reflexus Q N, communis ſectio erit R M; igitur Q N reflexus productus ſecabit rectam T O in M, pariter cum reflexo L H, ſimiliter producto. Igitur ſi plurium ab vno lucido puncto, &c. Quod fuit demonſtrandum.

Corollarium.

HInc liquidò conſtat non quaſlibet in ſpeculo cylindrico lineas longitudinis ita reflectere radios, qui in ipſas ab vno lucido puncto incidunt; vt reflexi, ſint in plano per ſpeculi axem incedente; & cadant in aliquam baſis protenſæ lineam, quæ per eius centrum, ac per lineam longitudinis reflectentem incedat; cùm hìc euidens ſit reflexum ex incidente O E, videlicet E P, non poſſe cadere in K G D; ſed cadere in P G Y, quæ non tranſit per centrum D; eſſeque in plano trianguli Z Y P, quod non per C D axem incedit: & ita de reflexo H L, itemque de N Q. Illi itaque ſoli, qui ab S B reflecterentur, caderent in rectam tranſeuntem per D, videlicet in rectam D I; & illi ipſi eſſent in plano per C D incedente, nempe D O. Cæteris autem id minimè conuenire poteſt.

Propoſitio LXXXXV.

Si plurium ab vno puncto lucido incidentium radiorum reflexio fiat à cylindrici ſpeculi oxygonia ſectione; reflexi intra ſpeculum producti, non omnes ad vnum punctum concurrent, ſed ſingulis rectas singulas à lucido per ſpeculi axem ductas ſecantibus, ſolùm duo quilibet quorum fuerit æqualis obliquitas reflexionis, aliquam ex huiuſmodi rectis in vno ſimul puncto ſecabunt.

HÆc ſicut præcedens duas habet partes facilè intelligendas, tum *ex eadem præcedente*, *tum ex* 89. Prima pars eſt radios ab oxygonia ſpeculi cylindrici ſectione reflexos &c. & productos &c. non omnes ad vnum punctum concurrere; quæ ſic demonſtratur. Quia enim ſinguli reflexi in

ſingulis reflexionum planis exiſtunt, ſi illi ad vnum punctum concurrunt etiam ipſa reflexionum plana per idem punctum tranſire neceſſe eſt: at hoc eſt impoſſibile: cùm enim huiuſmodi planis, & ſimul omnibus radijs incidentibus iam commune ſit vnum punctum, nempe lucidum: ſi inſuper eadem plana aliud quoduis punctum vnum commune haberent cum radijs omnibus reflexis productis &c. haberent etiam neceſſariò communem vnam lineam, eam ſcilicet quæ per illud vtrunque punctum incederet: at *per* 89 conſtat huiuſmodi plana non omnia in vnam rectam concurrere; ſed ſolùm duo quælibet in quibus hinc inde ad vtraſque partes ſpeculi, æqualis eſt reflexionis obliquitas, ſe ſe interſecare in vna recta à lucido per axem ſpeculi ducta.

Ex quo etiam ſimul & *ex præcedente* 94 facilè demonſtratur altera propoſitionis pars qua aſſeritur, ſolùm duos quoſlibet radios æquali reflexionis obliquitate reflexos, productoſque &c. concurrere ad vnum punctum alicuius rectæ à lucido per axem ſpeculi ducta; cùm enim duo plana reflexionum ſe in vna huiuſmodi linea ſecent; neceſſe eſt radios duos reflexos in ijs planis exiſtentes eandem rectam in aliquo puncto ſecare; Secare autem in vno eodemque puncto demonſtrari poteſt, ſicut *præcedente propoſit.* demonſtrata eſt ſecunda illius pars. Igitur ſi plurium ab vno puncto lucido incidentium &c. Quod fuit &c.

Propoſitio LXXXXVI.

Si ab vno puncto infiniti lucis radij cadant in cylindrici ſpeculi ſectionem basi non perpendicularem, reflexi ab eadem ſectione radij pariter infiniti efficient vnam lucis veluti ſuperficiem, quæ in ſpeciem ſecti coni circa idem cylindricum ſpeculum deſcripti quodammodo conformatur. Veram tamen coni, licet ſecti, figuram habere non poteſt.

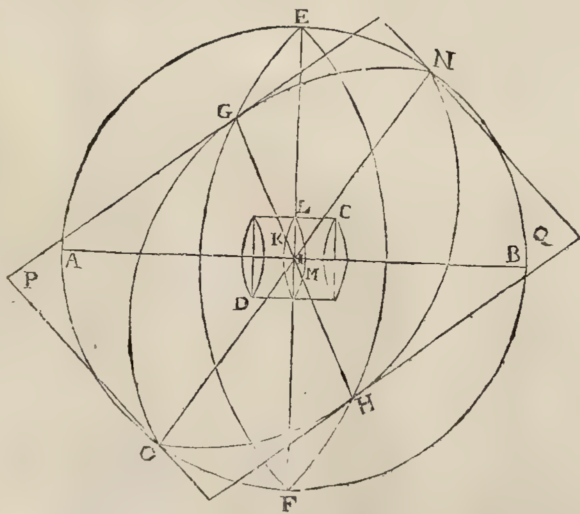
SI enim quis cogitet infinitos *iuxta propoſit. tum huius tum* 90 *hypotheſim* reflexos radios, vno ſibi tenore, & veluti continua ſerie cohærentes, facilè intelliget vnam ex illis omnibus coniunctim ſumptis compingi quaſi ſuperficiem; quæ quia per radios in orbem emiſſos, & ad vnum planum, veluti baſim, ordine quodam inclinatos (vt ſunt *prop.* 90 E P, I Q, H R, G S, *et prop.* 92, radij V Y, & E P) incedens, ex anguſto videlicet è cylindrica ſectione reflectente (vt eſt Z E V *prop.* 92, & E N F G *prop.* 90) in ampliorem formam (vt eſt *eadem prop.* 90, P Q R S) per ambitum tenditur, atque eatenus ſpeciem coni quodammodo imitatur; coni inquam ſecti (cui videlicet abſciſſus vertex) ſeu vt vocant fruſti.

Quæ partim fuit ratio cur eam reflexæ lucis veluti ſuperficiem non vocauerim

cauerim conum reflexum, ſed conicum *definit.* 10 *huius*: quamuis eſt & alia potior ratio, quæ in ſecunda propoſitionis parte continetur, quia ſcilicet veram coni licet ſecti figuram habere non poteſt; quod ſic demonſtratur. Cùm enim de eſſentia coni ſit, vt omnia eius latera, ſeu lineæ longitudinis, in vnum verticis punctum omnes conueniant, aut certè conuenire poſſint productæ (eſt enim conus figura, quæ motu trianguli rectanguli ſuper vno immoto latere &c. circumducti perficitur, *iuxta definit.* 18 11 *elem.*) conicum noſtrum reflexum, veram coni figuram habere non poterit, ſi latera eius, videlicet radij reflexi (quibus conſtat, & qui Soli in eo rectæ lineæ eſſe poſſunt) producti non in vnum ſimul omnes punctum conueniant, at *per duas præcedentes* conſtat non poſſe conuenire: igitur verum conum non efficient, ſed ſolùm conicum id eſt figuram cono aliquatenus, vt dictum eſt, ſimilem. Igitur ſi ab vno puncto infiniti lucis &c. Quod fuit demonſtrandum.

Propoſitio LXXXXVIII.

Si conuenientibus in vnum duobus axibus hinc ſpeculi cylindrici, inde circuli in Sphæra maximi facientis in eodem ſpeculo parallelam baſi ſectionem; punctum quodlibet in eadem ſectione ſumatur pro puncto incidentiæ, planum reflexionis per id punctum incedens faciet in Sphæra circulum maximum.



SIt circa diametrum E F circulus in Sphæra maximus quicunque E G F H, in ſpeculo cylindrico C D, ſectionem baſi parallelam faciens L K M; ita vt axis ſpeculi, & axis circuli ſint ſimul in vna recta A B per I cen-

trum commune sectionis L K M, & circuli E G F H transeunte. In ipsa autem sectione L K M, pro puncto incidentiæ (vndecunque incidat radius) sumatur quodlibet punctum K.

Dico planum reflexionis per K incedens reddere in Sphæra circulum maximum: si enim in K erigatur axis reflexionis; hic intra speculum productus transibit necessariò per centrum I *per 86 huius*: & quia *per corollarium eiusdem*, idem axis est in plano circuli maximi E G F H; illius circumferentiam secabit, verbi gratia, in G, & rursus sub centro I productus eandem secabit vt in H.

Nunc itaque si per diametrum G I H planum aliquod P Q transire intelligatur: in primis planum illud erit vnum ex infinitis possibilibus planis reflexionum quæ per punctum incidentiæ K duci possunt: nam, vt requiritur *in 2 postulato huius*, erit ad speculum C D, seu ad planum contingens in puncto K perpendiculare *per 18 11 elem.* vtpote incedens per G H, quæ in K pro axe reflexionis erecta est *per constructionem*.

Deinde idem planum P Q incedet per centrum Sphæræ I; nam I, *per constructionem* est centrum circuli maximi E G F H, & consequenter est etiam centrum commune omnium circulorum in Sphæra maximorum, atque adeo ipsius Sphæræ: igitur dictum planum P Q, Sphæram secabit in duas medietates, & consequenter ipsa sectione efficiet circulum maximum, vt N G O H, cuius communis cum E G F H sectio, erit G H, axis reflexionis in K erectus, & productus, vt suprà; & N O erit eiusdem N G O H sectio communis cum circulo maximo A E B F, qui per ipsius E G F H polos A, B incedit. Igitur si conuenientibus in vnum duobus axibus, &c. Quod fuit demonstrandum.

Propositio LXXXVIII.

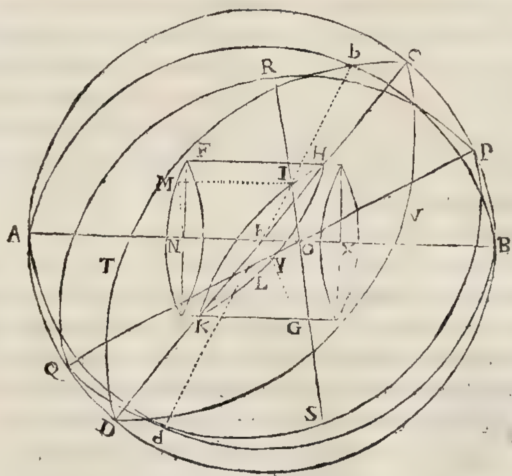
Si axis speculi cylindrici incedat in Sphæra per centrum circuli maximi oxygoniam in ipso speculo sectionem facientis, omnes superficies reflexionum, quæ per puncta sectionis, tanquam per puncta incidentiarum, & simul per axem speculi, vel per minimam ipsius sectionis diametrum incedent, circulos maximos in Sphæra efficient; cæteræ autem circulos efficient minores.

Circa diametrum C D sit circulus maximus C T D V, oxygoniam in speculo cylindrico F G sectionem H I K L faciens, per cuius centrum E, speculi axis N X incedat: eundem verò circulum C T D V secet ad angulos rectos circulus alius etiam maximus A C B D, in cuius diametro A B, sit idem speculi axis N X. Sumatur deinde pro puncto incidentiæ punctum quodcunque I in sectione H I K L, dummodo non æqualiter distet ab

vtroque

vtroque vertice, ſed alteri vt H ſit vicinius, ab altero autem id eſt K, remotius: extenſa autem I M linea longitudinis, quæ baſim ſecet in M; ductaque M N per eiuſdem baſis centrum N; fiat N O æqualis ipſi M I eritq; O punctum in quo *ex demonſtratis propoſ.* 87, axis reflexionis in I erectus ſecat axem N X; quod quidem *ex ibidem etiam demonſtratis* differt à puncto E, quo ſcilicet *per conſtructionem*, maxima diameter H K, eundem axem N X ſecat.

Dico igitur primò ſuperficiem reflexionis, quæ per I, & O ſiue per axem reflexionis I O incedit; ſi etiam ſimul incedat per ſpeculi axem N X, efficere in Sphæra circulum maximum: quia enim per axem N X incedit; incedit & per circuli maximi C T D V centrum E, *ex conſtructione*; ergo & per centrum Sphæræ tranſit: & quia eam hoc ipſo diuidit in duas partes æquales, circulum maximum ſectione efficit, vt *ex demonſtratis præcedenti propoſitione* patet. Talis erit circulus *b* A *d* B, qui incedens per O I axem reflexionis, & per E centrum Sphæræ, ſimul etiam incedit per rectam I E, ac per parallelogrammum O I M N, facitque cum circulo maximo C A D B ſectionem A E B, & cum circulo item maximo C T D V ſectionem *b d*, quæ per punctum incidentiæ I, & per centrum Sphæræ E, incedit.



Et ita ex infinitis poſſibilibus ſuperficiebus reflexionum, quæ per O I reflexionis axem tranſire poſſunt, vna eſt quæ circulum maximum efficit, illa nimirum quæ dictum iam circulum *b* A *d* B efficit: reliquæ verò omnes efficiunt neceſſariò circulos minores, cùm nulla ex eis tranſire poſſit per centrum E; alioqui tranſirent etiam per triangulum E I O, atque etiã per parallelogrammum O I M N, & ſic cum illa priori coinciderent,

quod eſt impoſſibile, cùm ſupponantur ab ea diuerſæ.

Igitur reliquæ omnes per O I tranſeuntes & ſpeculi axem N X ſecantes, faciunt in Sphæra circulos minores, qualis erit ſi ducta per O recta P O Q ſecante circulum maximum C A D B in P & Q, & diametrum eius A B ac ſimul ſpeculi axem N X in O, circa eam, tanquam diametrum, intelligatur circulus P R Q S; hic enim cùm diametrum habeat P Q, non per E centrum circuli maximi C A D B tranſeuntem; eundem circulum neceſſariò ſecat in partes inæquales P A Q, & Q B P; atque adeo eſt circulus in Sphæra minor: ſiquidem omnes maximi per æqualia ſe inuicem ſecant *per 19 3 de triang.* Ioann. de Monte Regio; erit verò dicti circuli minoris P R Q S, centrum non in O ſed in Y, puncto ſcilicet concurſus diametri P Q, & lineolæ Y E, quæ tanquam eius axis ad P Q rectus per centrum Sphæræ E incedat *per 3 prop. 3 lib. eiuſdem.*

Quapropter axis reflexionis I O productus tum verſùs R, tum verſùs S, non erit diameter dicti circuli minoris; cùm per eius centrum iam demonſtratum Y, non tranſeat. Et ita de omnibus, ac ſingulis reflexionum ſuperficiebus per reliqua ſectionis oxygoniæ puncta incedentibus demonſtrari poteſt, vnam ex omnibus, quæ per ſingula huiuſmodi puncta tranſeunt efficere circulum maximum; reliquas verò omnes per idem punctum tranſeuntes, efficere minores: præter eas, quæ tranſeunt per ſectionis puncta in breuiſſima eiuſdem diametro exiſtentia; de his enim

Dico ſecundò omnes reflexionum ſuperficies tranſeuntes per incidentiarum puncta duo, quæ breuiſſimam ſectionis oxygoniæ diametrum terminant, efficere in Sphæra circulos maximos: cùm enim axes reflexionum duo in ijs punctis erecti coincidant cum eadem breuiſſima diametro (ſiquidem ſunt ad axem ſpeculi pariter perpendiculares) ſecabunt pariter diametrum longiſſimam H K, & axem N X in E, *ex Coroll. 2 prop.* 87; atque adeo in centro Sphæræ ſecabunt (duo iſti axes licet hoc in ſchemate non exprimantur, facilè tamen intelliguntur ſimiles illi qui *in ſchemate dictæ prop.* 87 notatur T X) ergo omnes reflexionum ſuperficies per dicta incidentiarum puncta incedentes, incedent etiam ſimul cum duobus illis reflexionum axibus per E centrum Sphæræ; & conſequenter *ex iam demonſtratis* circulos efficient in Sphæra maximos. Igitur ſi axis ſpeculi cylindrici &c. Quod fuit demonſtrandum.

Pro-

Propoſitio LXXXXIX.

Si cuiuslibet maximi in Sphæra circuli axis ſumatur pro ſpeculo cylindrico, & centrum pro omnibus punctis incidentiæ, quæ eſſent in circumferentia vnius è circulis ipſius ſpeculi, cuius axis dicto axi congrueret; Sole in eodem circulo maximo exiſtente, radius vnicus ab eius centro incidens intelligatur in orbē reflecti infinitis lineis: erunt illæ omnes in plano eius circuli. At verò ſi Sol in aliquo eiuſdem circuli maximi parallelo exiſtat & vnicus etiam ab eius centro incidens radius intelligatur in orbem reflecti infinitis lineis, illæ ſimul ſumptæ, ſicut vna ſuperficies, perfectum conum formabunt cuius axis, axis ipſius circuli maxmi; vertex centrum etiam illius; baſis autem eſſet parallelus oppoſitus ei, in quo centrum Solis exiſteret.

SIt circuli maximi cuiuſcunque, vt Æquatoris ERFQ axis CBD ſumendus pro ſpeculo cylindrico, cuius axis eſſet idem CBD, ipſum verò punctum B, videlicet centrum Æquatoris, ſumatur pro circulo, qui eſſet communis ſectio eiuſdem Æquatoris, & dicti ſpeculi cylindrici.

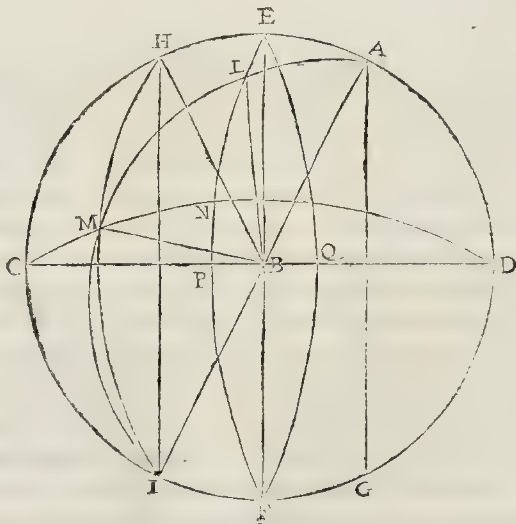
Pro qua re intelligatur in vnico centri puncto infinitas eſſe veluti facies circùm diſpoſitas; hoc, inquam, intelligatur eo modo, quo aliqui concipiunt infinitas ab eodem centro diametros tali modo terminari, vt vna facies non plures ſimul ruentes diametros, ſed vna vnam tantum excipiat; & hoc ipſo intelligetur in vnico centri puncto, vim eſſe infinitorum, vim, inquam, reflectendi talem, qualem habent infinita ſectionis cylindricæ puncta. Non erit verò difficilius concipere in vnico incidente radio vim quaſi eſſe infinitorum, qui ſimul incidant in eas infinitas centri facies, velut in infinita incidentiæ puncta; & hinc fortè licebit iam intelligere radium vnicum infinitis incidentibus velut æquiualentem, lineis ſimul infinitis reflecti ab vno puncto infinitorum vim reflexiuam habente. Quidquid ſit, ſi hoc ita ſupponatur

Dico primò radium à centro Solis incidentem in circuli maximi ERFQ centrum B, Sole exiſtente in aliquo eiuſdem circuli puncto vt E, infinitis lineis reflecti in orbē circa axem CD *per prop.* 90. Equidem pari ratione dicere poſſem reflecti illum infinitis quaquauerſum lineis, id eſt non tantùm circa axem CD ſed etiam circa EF, aliaſque infinitas, per idem B centrum omni ex parte tranſeuntes diametros; quo caſu radius ille non tantùm in orbem, ſed etiam in Sphæram reflecteretur, nam quemadmodum facies concipere licet in centro quibus vnius circuli, ſemidiametros omnes ter-

minet

minet, ita & quibus terminet totius Sphæræ semidiametros; atque adeo sicut concipere licet ipsum centrum tanquam vices gerens vnius circuli, id est sectionis vnius cylindricæ, ita & tanquam vices gerens paruæ, sed integræ Sphæræ. Tamen quia nunc centrum B sumo secundùm eas tantùm facies quibus solius Æquatoris semidiametros terminat: idcirco Dico secundò *per prop.* 91 lineas reflexionis omnes, hac hypothesi, in plano Æquatoris E R F Q esse.

Si autem supponatur Sol extra planum eiusdem circuli maximi E R F Q existens, videlicet in aliquo eiusdem parallelo, vt per A G ipsius propriam diametrum transeunte (quem si placet ad maiorem facilitatem vocemus Tropicum Capricorni, cùm iam dixerimus ipsum E R F Q Æquatorem) Dico lineas illas infinitas, quibus à centro B dicto modo sectionis cylindricæ vicem gerente reflectitur incidens radius A B, perfectum conum efformare, cuius axis est C B, vertex B, basis verò parallelus per H I diametrum, incedens; videlicet Cancri Tropicus, ipsi A G (quem diximus Capricorni) oppositus.



Sit enim quilibet ad E R F Q Æquatorem rectus circulus maximus C E D F, in cuius communi cum Capricorni Tropico sectione A, Sol existat; & radius A B incidat in eam (vt sic dicã) centri faciem, quæ in plano circuli maximi C E D F intelligitur esse, ac terminare eiusdem circuli, & Æquatoris communem semidiametrum E B: erit idem circulus planum reflexionis, axis verò reflexionis erit B E, & angulus incidentiæ E B A; angulus verò reflexionis erit E B H, si fiat ipsi E B A æqualis; & consequenter arcus E H, arcui E A erit æqualis *per 26 3 elem.* atque adeo punctum H in circulo

lo maximo CEDF, erit punctum paralleli circa diametrum HI, oppositi parallelo AG, hoc est habentis æqualem cum illo declinationem ab Æquatore ERFQ.

Sumatur præterea pro alio reflexionis plano circulus maximus ALI, per rectam AI incedens; in hac enim hypothesi plana omnia reflexionum, non solùm sunt circuli maximi, sed etiam per rectam AI incedunt: quia & per centrum B, tanquam per punctum incidentiæ, & per semidiametrum AB tanquam per radium incidentem ex *definit. 6 huius* transeunt: axes autem reflexionum sunt necessariò omnes in plano Æquatoris, seu circuli maximi ERFQ; siquidem omnes in vnico eius centro B, velut communi omnium incidentiarum puncto secant eiusdem axem CD ad angulos rectos. Secent igitur se se Æquatoris & dicti circuli ALI plana duo in BL; & sit BL axis reflexionis, cum quo in eodem plano reflexionis, angulus incidentiæ erit ABL; si itaque in eodem plano AIL angulus reflexionis LBM fiat ipsi ABL æqualis; erit *per 26 3 elem.* arcus LM æqualis arcui LA.

Iam verò si in Æquatoris ERFQ circumferentia, arcui LE, æqualis abscindatur LN; & per N ducatur circulus maximus ad eundem rectus nimirum per eius polos C, & D incedens CND, secabit hic necessariò circulum maximum seu planum reflexionis AIL etiam in M. Quia enim in duobus triangulis Sphæricis MNL & AEL *per constructionem* angulus LNM rectus, æqualis est ipsi LEA pariter recto: duoque anguli ELA, & NLM sunt ad verticem æquales: & ex *constructione* duo latera dictis æqualibus angulis subiecta inuicem æqualia sunt; videlicet duo arcus LN & LE; inde, inquam, sequitur *per propos. 52 lib. 3 de triang.* Ioann. de Regio Monte, latus LM æquale esse lateri LA; & similiter latus NM lateri EA; angulumque LMN angulo LAE æquari.

Et quia *ex iam demonstratis* arcui EA æqualis est EH, sequitur *per sententiam comm. Quæ eidem æqualia etc.* arcum NM eidem EH, & consequenter ipsi etiam FI, æqualem esse: atque adeo per M incedere parallelum, qui per H & I incedit; ac proinde radium BM ex AB incidente, in plano reflexionis AIL reflexum, cadere in eundem parallelum in quem cadit BH ex incidente AB, in plano reflexionis AIH, reflexum. At hic parallelus *ex antè demonstratis* oppositus est parallelo per A centrum Solis, ac per AG diametrum transeunti. Igitur &c. Et quia de quibuscunque alijs radijs ex eodem incidente AB in quibuscunque reflexionum planis, pari modo reflexis, idem similiter demonstrari potest, sequitur omnes ita reflexos radios in eundem parallelum HMI cadere. Igitur si cuiuslibet maximi in Sphæra circuli &c. Quod fuit demonstrandum.

Pro-

Propositio C.

Si speculum cylindricum à cuiuslibet maximi in Sphæra circuli plano, orthogonaliter secetur, amborumque axes in vnum conueniant, & in sectionem à centro Solis infiniti radij cadant: Sole existente in aliquo eiusdem circuli maximi puncto, reflexi in orbem radij, velut vna ex omnibus compacta superficies lucis, eiusdem circuli maximi plano congruent: Sole autem extra eum circulum in aliquo eiusdem parallelo existente, conicum reflexum cadet in parallelum ei oppositum, & æqualem tanquam in propriam basim.

REquire *definitionem* 10 *huius*: & sit quemadmodum *propos. præcedenti* circuli cuiusuis maximi vt Æquatoris E R F Q, axis C B D, & huic ipsi congruat axis speculi cylindrici, in cuius & Æquatoris communem sectionem, quæ sit I O P, infiniti cadant radij à centro Solis, in quocunque dicti circuli maximi puncto E existentis. Dico reflexos inde radios pariter infinitos, vnam veluti superficiem lucis planam efficere, ipsius circuli maximi E R F Q plano penitus congruentem. Et hæc est propositionis pars prima, cuius demonstratio satis clarè continetur *prop.* 91.

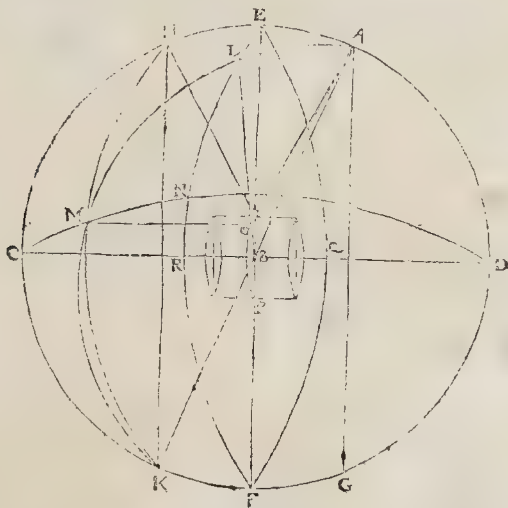
Pro altera verò parte, sit Sol, *vt præcedenti etiam propositione* supponebatur, in quouis circuli E R F Q parallelo, vt Tropico Capricorni, quem recta A G repræsentet, & ex eiusdem Tropici quolibet puncto A radij cadant infiniti, in prædictam sectionem I O P. Dico radios inde reflexos cadere omnes in parallelum ipsi A G oppositum videlicet in Tropicum Cancri; si enim circulus maximus ad Æquatorem rectus C E D F per A incedat, & ipsum Æquatorem secet in E, erit E B F communis vtriusque sectio & diameter: & quia eadem recta E B F perpendiculariter cadit in sectionis cylindricæ I O P punctum I; cum illa coincidet I E axis reflexionis in eodem puncto I erectus: si itaque radius ex A cadat in I, angulus incidentiæ erit E I A, cui si fiat ex altera parte æqualis angulus reflexionis E I H, erit circumferentia E H æqualis circumferentiæ E A (vt facilè esset demonstrare) igitur per H incedet parallelus oppositus parallelo per A incedenti: igitur radius iste A I, ex vno puncto dati paralleli incidens, reflectitur in punctum oppositi paralleli.

Detur deinde radius alius ex eodem A cadens in quodlibet aliud eiusdem cylindricæ sectionis I O P punctum O; sitque A O. Dico ipsum etiam A O reflecti in punctum aliquod paralleli ipsi A G oppositi. Erigatur in puncto O axis reflexionis; hic necessariò per centrum B, incedet *per prop.* 86

et

et per eiusdem corollarium erit in plano circuli maximi Æquatoris E R F Q. Axis itaque in O erectus, & per centrum B incedens ſit O L, ſecans Æquatoris circumferentiam E R F Q in L: at verò per L, atque per A incedens planum reflexionis faciat *per propoſ.* 97 in Sphæra circulum maximum, qui ſit A L K circa diametrum A B K. Cùm itaque in plano A K L radius incidens ſit A O, & axis reflexionis O L, erit angulus incidentiæ A I L, cui ſi in eodem plano fiat æqualis angulus reflexionis L O M; erit arcus L M æqualis arcui L A; vt abſque vlteriori demonſtratione ſatis intelligitur. Nunc ſi quemadmodum *præcedenti prop.* factum eſt, in circumferentia Æquatoris, arcui L E æqualis abſcindatur L N, & per N ducatur circulus maximus ad eundem rectus; id eſt, per vtrunque eius planum C & D, incedens C N D, ſecabit hic neceſſariò planum reflexionis A K L etiam in M.

Quia enim in duobus triangulis Sphæricis M N L & A E L, *per conſtr.* angulus L N M rectus, æqualis eſt ipſi L E A ſimiliter recto; duoque anguli N L M, & E L A ſunt ad verticē æquales; & *ex conſtr.* duo latera dictis æqualibus angulis ſubiecta æqualia ſunt ad inuicem, duo videlicet arcus L N, &



L E: ſequitur *per* 52 *lib.* 3 *de triang.* Ioann. de Regio Monte, latus L M æquale eſſe lateri L A, & ſimiliter latus N M lateri E A, angulumque L M N angulo L A E æquari. Et quia ex dictis arcui E A æqualis eſt E H, ſequitur *per ſentent. comm. Quæ eidem æqualia* &c. arcum N M eidem E H & conſequenter ipſi F K æqualem eſſe: atque adeo per M incedere parallelum, qui per H, & K incedit; ac proinde radium O M ex A O incidente reflexum cadere in eundem parallelum in quem cadit I H ex incidente A I reflexum. At hic parallelus ex ante dictis oppoſitus eſt parallelo per A & G tranſeunti; igitur &c. Et quia de quibuſcunque alijs ſimiliter reflexis

radijs

radijs, idem pari modo oſtendi poteſt; ſequitur omnes ita reflexos in eundem parallelum cadere. Igitur ſi ſpeculum cylindricum à cuiuſlibet maximi in Sphæra circuli plano orthogonaliter ſecetur &c. Quod fuit demonſtrandum.

Propoſitio CI.

Conici reflexi figura fruſto coni recti quoad baſis, ac ſummitatis circulos, omnino ſimilis; quoad latera verò diſsimilis eſt.

FIat hypotheſis eadem quæ *propoſ. præcedenti*, & radijs ab vno puncto A infinitis incidentibus in ſpeculi cylindrici parallelam baſi ſectionem, quæ ſit I L P Z; concipiantur pariter infiniti ab eadem ſectione reflexi, vt I H, O N &c. vnitim *per præcedentem* cadentes in H R K F, parallelum oppoſitum, & æqualem ei, qui per A centrum Solis incedit; & ita vnam ſimul circa ſpeculi axem C V, efficientes veluti ſuperficiem lucidam O I G E H N, ad vtrunque circulum I L P Z, H R K F, & ad vtrunque radium O N, G E terminatam; quam *iuxta definit.* 10 *huius*, vocamus conicum reflexum. Concipiatur etiam circa eundem axem C V conus rectus D H R K F, cuius baſis ſit idem parallelus H R K F, vertex autem ſit D; quo ſcilicet puncto dictum axem C V ſecat productus intra ſpeculum radius H I, qui ſolus ex omnibus reflexis eſt in plano reflexionis per eam transeunte. Deinde verò ipſe conus à quodam plano baſi ipſius H R K F æquidiſtante ſecetur ſectione per I incedente, & conſequenter neceſſariò cum I L P Z coincidente; vt ſit fruſtrum coni I L P Z H R K F.

Et his ita poſitis perſpicuum erit fruſto iſti, & conico reflexo iam dicto axem quidem C V, & baſim H R K F, atque etiam ſummitatem I L P Z, eſſe pariter communes; latera verò non æquè ſimilia eſſe ex eo oſtenditur, quòd latera fruſti à punctis, quæ ſunt in baſis integro circulo H R K F ducuntur per puncta quæ ſunt in ſummitatis I L P Z integro item circulo; & inde producta incedunt per axem C V (quem & ſecant in puncto D) ſunt enim omnia pariter in planis per axem C V incedentibus. At verò conici reflexi latera (id eſt lucis reflexæ lineæ rectæ) obliquè & tranſuerſim ducuntur à punctis, quæ ſunt in exigua ſolùm portione ſummitatis I L P Z, ad puncta, quæ ſunt in portione longè maiori baſis H R K F.

Quod vt faciliùs intelligatur, ſupponamus radios duos A O, A G, à puncto A fluentes, & ſuperficiem ſpeculi cylindrici hinc inde tangentes in ſectionis I L P Z punctis O, & G: Sic enim eiuſdem ſectionis portio apparens O I G erit minor ſemicirculo *per* 98 *lib.* 4 *Opticorum* Aguillonij. Quia verò ijdem radij in hac, quam ponimus, ſpeculi magnitudine ſecundùm diametrum; ſpectata etiam diſtantia, quæ eſt inter lucidum punctum A, & eiuſdem ſpeculi ſuperficiem: angulum valde acutum continent O A G: atque etiam quia nullam in punctis O, & G, reflexionem paſſi (vtpote cùm ſolùm tangant) rectà perueniunt in peripheriam circuli H R K F, eamque ex vtraque parte in N, atque E ſecant; abſcindunt eiuſdem arcum valdè

 exiguum

exiguum N K E, in quem radij reflexi nulli cadere poſſunt, cùm illi duo tangentes producti A O, A E ſint termini, vltra quos in circumferentiam I L P Z nullus incidit; & conſequenter vltra quos nullus in parallelum H R K F reflectitur: adeo vt ob hanc cauſam reſiduus arcus N H E non incongruè dici poſſit arcus reflexè apparens, reſpondens ſcilicet ipſi O I G directè apparenti.

Illum autem ſic eſſe iſto longè maiorem ſemper æquè accideret, licet angulus radijs tangentibus A N, A E, comprehenſus N A E minùs acutus foret, quàm ſit in hac hypotheſi. Quamuis enim poſito angulo N A E maiori quàm nunc ſit, maior etiam futurus eſſet arcus abſciſſus N K E, tamen tunc ex oppoſito minor etiam eſſet arcus apparens O I G: ſiquidem, vt *ex demonſtrandis prop.* 108, clarè conſtabit, circuli portio, vt N H E reflexè apparens, eſt ſemper in proportione dupla ad circuli portionem directè apparentem, qualis eſt O I G, ita vt ſi O I G continet gradus, verbi gratia, 160; N H E contineat 320: nam dicto loco oſtendetur portionem circuli, quam ex parallelo H R K F abſcindit quilibet reflexus inter H & N, ſiue inter H & E cadens; duplam eſſe eius, quam ex circumferentia I L P Z abcindit radius incidens inter I & O, ſiue inter I & G.

Hinc modò ad rem noſtram, ſcientia duo conſequuntur. Primum eſt, lineas reflexæ lucis, ſeu latera conici reflexi, à punctis arcus O I G, ad puncta maioris arcus (dicto inquam modo maioris) N H E ducta, obliquè ac tranſuerſim (vt dicebam) ducta eſſe; hoc ipſo quod ſpectata reflexionis natura affectante dictam arcuum inæqualitatem; nulla huiuſmodi linearum, præter vnam, eſt vel eſſe poteſt in plano per axem C V incedente; præter vnam dixi, videlicet præter I H: cæteræ enim ſunt in planis reflexionum, quæ cùm non per A I, ſed per alios ipſis ſigillatim reſpondentes radios incidentes, & ſimul per rectam A K, (quæ eſt A B producta) incedant, *ex demonſtratis prop.* 88, incedere ſimul nequeunt per axem C V; alioqui cum eo in quo eſt dictus reflexus I H identificarentur, quod eſt impoſſibile: vnde neque per C centrum baſis incedunt eorundem planorum cum ipſamet baſi communes ſectiones, quales ſunt K N, K M, K Q, &c. Sed ſola per illud incedit K H quæ eſt ſectio eiuſdem baſis, & plani reflexionis, in quo eſt iam ſæpe dictus reflexus I H.

Secundum eſt nullas conici reflexi lineas rectas (præter I H) productas, poſſe per eiuſdem axem C V, ſeu C B tranſire; cùm nulla ex eis ſit in plano per eum incedente, vt dictum eſt. Atque ex his nunc demum patet conici huius noſtri reflexi figuram, fruſto coni recti ſimilem eſſe quoad axem & circulos tum baſis, tum ſummitatis; diſſimilem verò quoad latera: quod oſtendere fuit propoſitum.

Pro-

Propositio CII.

Si ab aliquo circuli in Sphæra maximi plano speculum cylindricum orthogonaliter secetur, & in sectionem infiniti cadant radij à centro Solis in eodem circulo maximo existentis; lux inde reflexa rectam lucidam lineam in quouis obuio plano depinget.

HÆc facilè demonstratur *ex prop. 91, & ex prima parte propos. 100:* cùm enim ex ibi dictis, lucis ita reflexæ radij omnes in vno sint plano, & quidem plano circuli maximi secantis; sequitur *per 3 11 elem.* sectionem plani lucidi, & plani obuij, verbi gratia, parietis esse lineam rectam, quæ quia est sectio plani lucidi, lucida erit. Igitur si ab aliquo circuli in Sphæra maximi &c. Quod fuit &c.

Propositio CIII.

Si à cuiuslibet maximi in Sphæra circuli plano speculum cylindricum orthogonaliter secetur, & in sectionem infiniti radij cadant à centro Solis extra eum circulum maximum existentis in aliquo eius parallelo; lux inde reflexa lineam lucidam in plano æquidistante basi speculi, ac circa eiusdem axem depinget curuam; quæ tamen circulus esse non poterit.

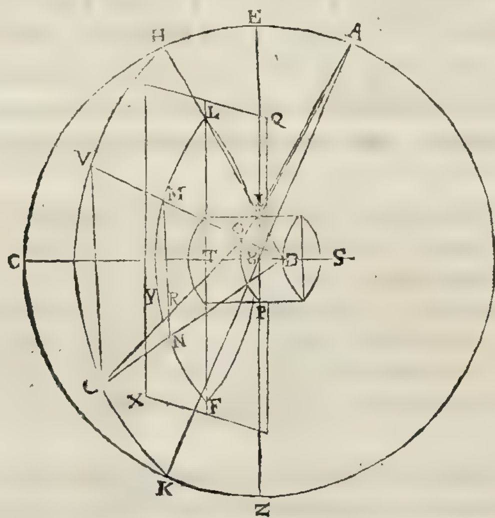
SIt, quemadmodum *prop.* 100, Sol in A puncto paralleli Æquatoris qui per diametrum E Z incedens faciat in speculo cylindrico sectionem I O P basi parallelam, in quam ex A Solis centro, radij incidant infiniti; atque ab eadem reflexi pariter infiniti recidant in parallelum H G K, oppositum ei qui per A incedit; componantque ijdem reflexi conicum de quo *propositione* 101 dictum est; secetur verò ipsum conicum ab aliquo plano inter sectionem I O P, & parallelum H G K constituto, ac vtrique æquidistante Q X.

Dico communem conici reflexi, & plani Q X sectionem, id est lineam curuam lucidam in eo circa communem speculi, ac Æquatoris axem S B C descriptam, non posse esse circulum. Sit enim plani Q X & circuli maximi A C Z per axem S B C incedentis sectio communis L F recta, axem quidem S B C, secans in T, radium verò reflexum I H, in L. Deinde ex T tanquam centro intelligatur descriptus circulus Y L F, incedens per L; hic namque est circulus circa axem speculi descriptus in plano eiusdem basi

 paral-

parallelo, in quem ad punctum L iam cadit radius reflexus I H; & in quem cæteri ab eadem sectione I O P similiter reflexi cadent, si fortè hi ipsi circulum lucidum circa dictum axem describunt.

Ostendo autem in eum circulum, nullum alium ex ijs omnibus cadere radium posse, præter I H, qui eum, vt iam suppositum est, secat in L. Sit enim ex omnibus vnus, qui ex incidente A O, reflectatur per O G, & parallelum per H K incedentem secet in G, *per prop.* 100; radius autem H I producatur, donec axem S B C secet in quouis puncto D; ac deinde ex D per O punctum reflexionis ducatur recta D O V, quæ parallelum quidem H G K in V, planum verò Q X, & circulum in eo descriptum V L F, secet in M. Similiter ex eodem D in G, ducatur recta quæ eundem plani Q X circulum secet in N, iunganturque G V, N M: sic erit G V D triangulum cuius & plani Q X, communis sectio erit recta M N: & quia radius reflexus O G, secans dicti trianguli latus D V in O, & latus D G, in G est *per* 2 11 *elem.* in plano eiusdem trianguli; sequitur sectionem eiusdem radij O G, & plani Q X communem, cadere necessariò in rectam M N, inter N, & M, vt in R: & quia dicta M N, subtendit circuli Y L F arcum M Y N; impossibile est punctum R cadere in eundem arcum M Y N. Itaque radius O G plano Q X occurrens solùm in R, cadere nequit in circulum F Y L. Est autem eadem ratio de cæteris radijs, qua scilicet probetur eos cadere non posse in circumferentiam ex T centro descriptam F Y L.



Sed & eodem modo potest demonstrari nullum alium esse posse in plano Q X circulum, ex quouis centro descriptum, in quem radij reflexi omnes cadant descripto enim quocunque circulo qui per datum quemuis reflexum, incedat, & erecto ad centrum axe, qui sit similis axi T D, fieri

potest

poteſt triangulum ſimile triangulo GVD, in cuius plano ſit radius O G, vel quilibet alius, qui in eum circulum cadere exiſtimatur; & tota deinceps demonſtratio eodem modo perfici poteſt, & concludi lucis reflexæ lineam, in plano QX prorſus non eſſe circulum. Igitur ſi ab aliquo circuli in Sphæra maximi plano, &c. Quod fuit demonſtrandum.

Propoſitio CIV.

Radijs à centro Solis in ſectionem ſpeculi cylindrici baſi parallelam incidentibus, lucis reflexæ linea curua in nullo, & quomodocunque diſpoſito plano poteſt eſſe perfecta parabole, vel hyperbole, vel ellipſis.

SIc demonſtratur. Si conicum reflexum eſſet ſuperficies perfectè conica; ſectio eius, in plano æquidiſtante baſi eiuſdem, eſſet perfectus circulus, centrum habens in axe ipſius *per 4 lib. 1 Apollonij.* In plano autem quod lateri eius ſeu lineæ longitudinis æquidiſtaret, eſſet perfecta parabole *per 11 eiuſdem.* In plano autem quod baſim, & latus eius vnum ſecaret, eſſet perfecta hyperbole *per 14 eiuſdem.* Ac demum in plano ſecante vtrunque eius latus, eſſet perfecta ellipſis, *per 13 eiuſdem.* At quia conicum reflexum, licet aliquam habeat cum ſuperficie conica ſimilitudinem, non tamen perfectam habet *per 96, & 101 huius*; eſtque impoſſibile, vt à figura in aliquo genere minimè perfecta, præſtetur perfectè idem quod à perfecta præſtaretur; ſequitur ſectiones quaſcunque in planis factas à conico reflexo, diſtingui & deficere à ſectionibus conicis, ac proinde non eſſe perfectas parabolas, vel hyperbolas, aut ellipſes: ſicut *præcedenti prop.* demonſtratum eſt, non eſſe perfectum circulum in eo plano, in quo tamen circulus eſſet, ſi ſectio conica eſſet. Igitur radijs à centro Solis in ſectionem ſpeculi &c. Quod fuit demonſtrandum.

Corollarium.

EX hac, & ex præcedente ſequitur lineam illam reflexæ lucis curuam, in quouis plano deficientem à flexu perfectæ ſectionis conicæ, locum mutare ſingulis momentis ad motum lucidi, circa axem ſpeculi. Vide *ſchema propoſ.* 101, & cogita luminoſum A per parallelum in quo eſſe ſupponitur circa ſpeculi axem, qui eſt CV, moueri; & hoc ipſo intelliges conicum reflexum OIHRN etiam moueri circa eundem axem; & reuera ita continuè mouetur ad motum lucidi, ſeu potius, aliud, & aliud de nouo conicum in varijs, & varijs ſpatij partibus circa prædictum axem continuè efficitur æquiualens illi primùm producto, & mox intellecto ſub ea conuerſione. Si itaque hoc conicum ita conuerteretur, ſingulis con-

uerſionis ſuæ momentis diuerſas efficeret ſectiones in plano quomodocunque diſpoſito, cùm enim non habeat perfectam coni figuram *per* 96, & *per eandem* 101; linea eius, verbi gratia, I H non ſuccederet per conuerſionem in locum lineæ O N (& ſic de alijs) & conſequenter non occurreret plano ſecanti cuicunque, in eodem puncto, in quo eidem illa occurrebat: & quia linea reflexæ lucis curua non conſtat niſi ex huiuſmodi lucidis punctis, quæ in eo plano ſingulæ radiorum reflexorum, vt I H, O N, &c. lineæ ad idem planum terminatæ imprimunt; neceſſe eſt punctis à priori ſitu exorbitantibus, lineam quoque lucidam ijs conſtantem à priori ſitu dimoueri; atque adeo ad motum lucidi circa ſpeculi axem locum mutare ſingulis momentis.

Propoſitio CV.

Conici reflexi ſectio in quouis plano, eò, cæteris paribus, ſimilior eſt ſectioni conicæ, quò id planum proximius eſt ſummitati, aut baſi ipſius conici reflexi.

HÆc demonſtratur *per* 101, cuius ſchema reuiſe: & cogita planum aliquod inter rectas I P, H K; eiſdemq; parallelum, ac ſecans ſimul axem C B, & ſuperficiem lucidam terminatam circumferentia I L P Z, hoc eſt ſumitate conici reflexi, & circumferentia H R K F, id eſt baſi eiuſdem. Dico ſectionem conici reflexi in eo plano, eſſe eò ſimiliorem circulo (qui nimirum eſt ſectio conica in plano baſi parallelo) quò idem planum proximius erit circumferentiæ ſummitatis I L P Z, vel circumferentiæ baſis H R K F, cæteris paribus, videlicet ſuppoſita pari diametro cylindri, cuius ſectio eſt I L P Z; & ſuppoſita pari eleuatione puncti lucidi ſupra planum eiuſdem ſectionis de quibus *ſequentibus propoſitionibus.*

Quia enim *ex demonſtratis propoſ.* 100, dicta baſis H R K F eſt perfectus circulus; & ſummitas I L P Z *per conſtructionem* eſt etiam perfectus circulus, vtpote, ſectio cylindri baſi ipſius parallela; atque adeo conicum reflexum *per* 101, quoad ſummitatem & baſim conuenit perfectè cum cono, à quo tamen *per* 96 deficit; ſequitur minùs cæteris paribus deficere prope ſummitatem, ac prope baſim, quàm circa medium inter vtranque: itaque eius ſectio: quò vicinior erit ſeu baſi, ſeu ſummitati in plano vtrique parallelo; eò erit ſimilior circulo.

Et quia de cæteris ſectionibus, quæ pariter viciniores fuerint baſi, aut ſummitati, ſeu à medio remotiores, in alijs planis quouis modo diſpoſitis, eadem eſt ratio, quæ de ſectione in plano baſi parallelo; ideo in vniuerſum aſſeritur ſectionem conici reflexi in plano, quod minùs diſtat à baſi aut ſummitate ipſius, ſeu quod à medio ſpatio inter vtranque conſtituto

ampliùs

ampliùs distat; esse cæteris paribus similiorem sectioni conicæ, id est circulo, parabolæ, hyperbolæ, ellipsi. Igitur conici reflexi sectio in quouis plano, &c. Quod fuit demonstrandum.

Propositio CVI.

Conici reflexi sectio in quouis plano eò erit cæteris paribus similior sectioni conicæ, quò puncti luminosi supra conici reflexi summitatem eleuatio minor fuerit.

Vide iterum figuram *prop.* 101. Si punctum lucidum A esset in X, id est, in plano circuli maximi facietis in speculo cylindrico sectionem I L P Z, tunc radij omnes reflexi essent in plano eiusdem circuli maximi *per* 91, depingerentq; in plano quouis obuio lineam rectam lucidā *per* 102. In ea tamen hypothesi non esset conicum, sed potius planum reflexum. Si verò idem lucidum A esset prope ipsum X, vt in S puncto arcus X A, & sic parum eleuaretur supra planum circuli, qui sectionem I L P Z facit; tunc radij reflexi efficerent conicum reflexum valde obtusum: nam tunc basis H R K F parum distaret à summitate I L P Z, quantum scilicet postularet in circulo maximo per H X A incedente angulus reflexionis X I T, æqualis angulo incidentiæ X I S, qui in ea hypothesi esset acutissimus. Posito itaque exiguo illo inter basim summitatemque interuallo, quodcunque inter eas constituatur planum, parum ab alterutra vel ambabus distabit, ergo *per præcedentem* sectio coni reflexi, erit in eo plano valde similis conicæ sectioni. Nec refert quòd in parua basis à summitate vt dictum est distantia, contingere possit vt planum à quo secatur conicum reflexum, sit in medio inter ipsas, vbi scilicet conicum reflexum, à vero cono maximè deficit: non inquam refert, quia exiguus admodum esse potest ille defectus, qui est in partibus medijs; quando istæ mediæ extremis in nullo prorsus deficientibus proximæ sunt; extremæ enim sua ipsarum, vt sic dicam, regularitate errorem mediarum paulatim emendant ea proportione qua paulatim eisdem fiunt viciniores; vnde quando in vnum & secum & cum illis coincidunt, videlicet quando lucidum, vt initio dixi, est in X, tunc mediarum partium omnis error reducitur ad rectitudinem plani reflexi, in quo & basis, & summitas, & mediæ partes per modum vnius sunt. Ergo quò basis à summitate minùs distat cæteris paribus, præsertim pari diametro cylindri cuius sectio est I L P Z: eò minor in medijs conici reflexi partibus relinquitur error, qui sectionem eius in plano ad easdem medias partes secante vitiosam reddat. Igitur coni reflexi sectio in quouis plano eò erit, &c. Quod fuit demonstrandum.

Propositio CVII.

Conici reflexi ſectio in quouis plano, eò cæteris paribus similior eſt ſectioni perfectè conicæ, quò minor eſt ſpeculi, ſeu ſectionis eius reflectentis diameter.

DEmonſtratio huius, ex eo petenda eſt, quòd vero cono ſimilius eſt conicum reflexum quando eius ſummitas exiguam habet diametrum, vt in figura *propoſ.* 101, videre licet: quò enim minor erit ſectionis cylindricæ I L P Z diameter I P; eò ſectionis ipſa circumferentia (quæ eſt conici reflexi ſummitas) minor eſt; atque adeo proximior centro B; ac proinde radij reflexi H I, N O &c. ea ex parte proximiùs accedunt ad vnum verticem, qui eſſet in centro B; vnde, *per* 99, ſi axis C D ſumatur pro ſpeculo cylindrico, & centrum B pro omnibus incidentiarum punctis, quæ ſunt in ſectione I L P Z, conicum reflexum erit tunc perfectus conus; igitur quò minor erit diameter ſectionis reflectentis, eò conicum reflexum erit ſimilius cono cæteris paribus, præſertim pari baſis diametro; quò enim maior eſt in conico reflexo baſis, eò cæteris paribus, minor cenſetur reſpectiuè ſummitas; ac proinde ſi in immenſum excreſcat baſis, pro puncto reputari poterit circumferentia ſummitatis, quæ reſpectu baſis minoris videbatur aliquantulum habere extenſionem.

Ergo tunc ipſius coni reflexi ſectio, erit ſectioni conicæ ſimiliter cæteris paribus. Igitur coni reflexi ſectio, in quouis plano &c. Quod fuit demonſtrandum.



Pro-

Propositio CVIII

Posito axem speculi cylindrici incedere per centrum alicuius maximi in Sphæra circuli, sectionem in ipso speculo basi parallelam facientis, quem ad angulos rectos secet circulus alius maximus per Solis in aliquo eiusdem parallelo existentis centrum, incedens; si ab istius plano distet cognito interuallo punctum aliquod sectionis illius specularis datum pro puncto incidentiæ, in quod scilicet à centro Solis radius cadat; possibile est punctum radij reflexi tum in circumferentia paralleli oppositi, & æqualis illi in quo est Sol; tum in plano eidem æquidistante; atque etiam quantitatem anguli incidentiæ, & reflexionis in superficie reflexionis inuenire.

HVic propositioni simile quid habet nonagesimatertia; quatenus radij reflexi punctum in plano quod basi speculi æquidistat, cum quantitate angulorum incidentiæ, ac reflexionis inuenire docet; sed hæc insuper punctum eiusdem reflexi inuenit in circumferentia paralleli oppositi & æqualis ei in quo, &c. operationem autem habet in circulis Sphæræ, ideoque fortassis errori minus obnoxiam; certè verò multò faciliorem.

Ex quouis centro A describatur circulus VIK*r* sectioni speculi cylindrici propositi, & quidem basi eius æquidistanti, æqualis; describatur & ex eodem centro A alius, ad quoduis interuallum AE, circulus EBCD, in quatuor partes æquales ductis duabus diametris inuicem perpendicularibus EC, DB diuidendus; in cuius puncto O sit Sol tanquam in communi sectione ipsius circuli maximi EBCD, & alterius minoris O*nlm*, qui circa diametrum O*l* sit parallelus maximi, circa diametrum EC, nunc quidem non descripti, sed solùm intellecti, cuius axis sit BD, centrum autem A. Fiant duo arcus EF, CG, æquales ipsis EO, C*l*; & iuncta FG secet diametrum DB, in puncto H; eritque FG diameter paralleli oppositi, & æqualis ipsi O*nlm*, punctum verò H erit eiusdem centrum. Itaque ex H, tanquam centro, interuallo autem HF, siue HG describatur semicirculus FPG: huic verò æqualis, & eodem interuallo, ex A centro describatur semirculus LNM.

Detur deinde in circulo VIK*r*, punctum K pro puncto incidentiæ, in quod videlicet radius ex O cadere intelligatur, eiusdem verò puncti K distantia à plano circuli maximi EBCD, in quo Sol O existit, sit arcus KI interceptus inter ipsum K, & circuli VIK*r* communem cum diametro EC sectionem, quæ sit I. Ducatur ex A centro, per ipsum K recta AKN, secans semicirculum LNM in N & semicirculum EBC in X; arcui verò

LN

L N abſcindatur æqualis F P, & alter adhuc eidem æqualis P Q; vt ſit totalis F Q, duplex ipſius L N: iungatur Q G, & ipſi æqualis fiat G S, ſubtendens circuli maximi E B C D arcum G C S: eiuſdem verò E B C D circuli arcu S D O biſariam diuiſo in T, ducatur ſemidiameter A T (vel, quod in idem recidit, fiat A T parallela ipſi G S) ſecans circulum V I K *r* in V, & connectantur O V, S V.

Sit præterea planum Y Z, cuius latus *a b* æquidiſtet diametro E C; A B autem ſemidiametrum ſecet in *f*; & aliam diametrum ex O per A in G ductam ſecet in *c*: quod quidem planum intelligatur æquidiſtare baſi ſpeculi cylindrici, & ab eiuſdem ſectione (in qua ſumptum eſt K punctum in-

cidentiæ) distare interuallo *f* A. Ducatur nunc ex *c* ipsi GS æquidistans, ipsam autem V S in *d* secans recta *c d*, cui æqualis ex eodem *c*, ipsi autem G Q parallela, vel quod in idem recidit, ex semicirculo *p o c* (qui ex *f* centro descriptus per *c* incedat, & rectam *a b* in *p* secet) arcum *p o* tot graduum, quot in arcu F Q continentur, abscindens ducatur *c e* in plano Y Z; & connectatur *f e*: connexis autem O I, I F, secet recta I F latus *a b* plani Y Z in *a*: & ex *f* centro, interuallo autem *f a*, describatur in eodem plano Y Z semicirculus *a h b*, quem in *h* secet recta *f e* producta.

Dico 1, punctum Q, in circumferentia paralleli F P G oppositi, & æqualis ei, in quo est Sol, esse punctum radij reflexi, ex eo qui intelligitur incidens O K. Dico 2, *e* esse, in plano Y Z, punctum eiusdem radij reflexi. Dico 3, in plano reflexionis angulos incidentiæ, & reflexionis æquales esse duobus O V T, S V T.

Demonstratio.

Circulum E B C D ad maiorem demonstrandi facilitatem vocemus Meridianum; eiusque planum concipiamus subiectum cæteris aliorum circulorum planis mox eleuandis; ac primò Æquatoris, qui intelligatur eidem Meridiano in communi diametro E C ad angulos rectos insistere: in ipsius autem Æquatoris plano sic perpendiculariter erecto, sit simul semicircumferentia L N M, & altera semicircumferentia I K *r*, cum recta A K N X. Intelligatur etiam planum Y Z moueri super immoto latere *a b*, donec plano Æquatoris, vt iam dictum est, erecto æquidistet, & Meridiani E B C D planum orthogonaliter secet in *a b*. Præterea super immota diametro F G, attollatur semicirculus F P G, donec eidem Meridiano ad angulos rectos sit.

Demonstrandum nunc est 1, tres rectas A X, *c e*, G Q, in planis tribus sic erectis existentes, esse inuicem parallelas; demonstratur autem sic. Quia angulus L A N ad centrum semicirculi L N M, pro basi habet eiusdem circumferentiam L N, & angulus F G Q ad circumferentiam semicirculi F P G, pro basi habet eiusdem circumferentiam F Q duplam ipsius L N, & in semicirculis æqualibus *per constructionem*; sequitur *per conuersam vigesimæ 3 elem.* æquales inuicem esse angulos F G Q, E A X, siue E A N: & quia duæ illarum dictos æquales angulos comprehendentium videlicet E A, F G, sunt inuicem parallelæ *per constructionem*: sequitur *per conuersam decimæ 11 eiusdem*, reliquas duas G Q, A X, esse pariter inuicem parallelas; præsertim cùm in planis æquidistantibus per ipsas E A, F G, incedentibus existant. Eadem ratione demonstratur rectam *c e* in plano Y Z parallelam esse ipsis A X, G Q; cùm *per constructionem* recta *a c* æquidistet vtrique E A, & F G; angulus vero *a c e* sit etiam *per constructionem* æqualis vtrique E A X, F G Q.

Demonstrandum 2 est tres rectas A T, *c d*, G S, in plano semicirculi O

T G,

TG, esse inuicem parallelas. Connectatur OS; & quia semidiameter AT *per constructionem* bifariam diuidit arcum ODS, eius quoque subtensam OS bifariam diuidet; ac propterea eidem OS ad angulos rectos erit *per 33 elem.* Quia verò angulus OSG in semicirculo, rectus est *per 31 eiusdē*; sequitur GS perpendicularem esse ad OS. Cùm igitur ambæ GS, AT, in eodem plano ad eandem OS perpendiculares sint, erunt necessariò inuicem parallelæ. De recta verò *c d* patet *per constructionem*, ipsam esse parallelam rectæ GS.

His itaque demonstratis, super immota diametro OG semicirculus OTG, cum suo plano moueatur donec recta GS, in eo existens, congruat cum recta GQ existente in erecto plano semicirculi FPG; & cum istius puncto extremo Q, alterius etiam extremum punctum S copuletur; fieri autem id potest, quia *per constructionem* æquales sunt GS, GQ; & insuper punctum habent commune G. Et hoc ita posito duorum planorum FGQ, & OGT communis sectio erit GQ, siue GS; cùm duæ coniunctæ non nisi vna sint.

Præterea quia planum OGT in eo situ, duo simul imò tria æquidistantia plana secat videlicet FGQ planum circuli minoris, & ECX planum circuli maximi, quem diximus Æquatorem; ac demum planum YZ; sequitur communes eorum sectiones, quæcunque illæ sint, esse inuicem, & cum GQ, siue GS (quæ iam posita est vna sectio) parallelas *per 16 11 elem.* Et quia duo plana ECX, OGT plana sunt circulorum maximorum, cùm habeant commune in Sphæra centrum A; sequitur communem eorem sectionem per idem centrum A incedere. Rectæ igitur AT, AX, quæ commune punctum habent A in centro, & quæ *ex demonstratis* parallelæ sunt ipsis GS, GQ; in vnam coincident rectam, quæ erit eorum planorum communis sectio. Eodem argumento probabitur duas *c d*, *c e* quæ vnum commune punctum habent *c* in diametro OG, & *ex demonstratis* parallelæ sunt duabus GS, GQ; in vnam pariter rectam conuenire, quæ erit communis sectio planorum OGT, YZ. Itemque patet *d* coincidere cum *e*; quia *per constructionem* æquales sunt *c d*, *c e*.

His demum ita constitutis si semicirculus IK*r* sumatur pro sectione in speculo cylindrico basi parallela, facta autem à plano Æquatoris ECX, per cuius centrum A incedat eiusdem speculi axis DB videlicet diameter Meridiani EBCD, qui erit etiam axis Æquatoris EXC, vt dictum est, erecti: dato in eadem sectione puncto K pro puncto incidentiæ, in quod ab O Solis radius cadat; erit axis reflexionis in K erectus recta, AX; siue quod idem est, recta AT iam cum AX coniuncta; axis enim reflexionis per centrum A incedit *per 86 huius*. Et quia *per 98 eiusdem* planum reflexionis est circulus maximus, qui *ex 88 eiusdem* incedit per rectam OAG; sequitur planum OGT, per eam, & simul per axem reflexionis AX, seu AT incedens, esse verè planum reflexionis. Et quia V idem est cum K *ex demonstratis*, radius incidens erit OV, reflexus verò VS, qui propter

ant a

antea dictam identitatem puncti S cum puncto Q, parallelum F P G, oppositum & æqualem ipsi O *n lm*, in quo est Sol, secat in Q: quod fuit primò propositum.

Et quia idem radius V S secat rectam *c d* in *d*, est autem *ex demonstratis* *c d* eadem cum *c e*, & *e* idem cum *d* in plano Y Z: sequitur *e* in eodem plano, esse illud punctum in quod reflexus V S (siue V Q aut K Q, hæc enim idem sunt in situ planorum constituto) cadit: quod fuit secundo loco propositum.

Præterea cùm sit axis reflexionis V T idem cum K X; sequitur angulum incidentiæ esse O V T, reflexionis autem S V T, quorum quantitas cognito arcu O T, siue T S, cognoscitur: quod fuit tertio loco propositum. Igitur posito axem speculi cylindrici, &c. rectè inuenimus radij reflexi punctum in parallelo, qui oppositus & æqualis est ei, in quo est Sol, atque in plano eidem æquidistante; ac etiam quantitatem anguli, &c. Quod fuit demonstrandum.

Corollarium 1.

Portio radij reflexi comprehensa inter K punctum incidentiæ datum, & planum Y Z æqualis est rectæ V *d*: patet quia V idem est cum K, & *d* cum *e*.

Corollarium 2.

Recta *f e* in plano Y Z dat interuallum, quo in eodem plano punctum radij reflexi distat ab axe speculi cylindrici; siquidem *f* est in dicto axe, & simul in plano Y Z.

Corollarium 3.

Ex his iterum patet quod *propos.* 103 demonstratum est, videlicet radios huiusmodi reflexos non cadere omnes in vnum circulum in plano, quod etiam basi speculi æquidistet, quale est planum Y Z. Sumatur enim pro puncto incidentiæ I communis sectio Meridiani E B C D, & semicirculi I K *r* existentis in plano Æquatoris: & ex O radius incidat O I, ac in plano ipsius Meridiani, quod *ex iam demonstratis* in hac hypothesi est planum reflexionis, sit E I axis reflexionis, & angulus incidentiæ E I O; huic verò si fiat æqualis angulus reflexionis E I F; radius ex incidente O I reflexus, erit I F occurrens plano Y Z in *a*, siquidem *per constructionem* recta *a b* est plani meridiani, & plani Y Z communis sectio. Iam verò si per *a* ex *f* centro describatur semicirculus *a h b*, quem semidiameter per punctum *e* ducta *f h* secet in *h*; erit *e h* interuallum, quo radius à priùs dato incidentiæ puncto K reflexus distat à circumferentia circuli habentis centrum

 trum

trum in axe speculi puta in *f*; in quam tamen circumferentiam cadit radius alius I F similiter reflexus à nunc dato incidentiæ puncto I.

Monitum.

A Tramen quod punctum *e*, in quo radius ab incidentiæ puncto K reflexus planum Y Z ferit, tanto ac tam notabili interuallo (quantum *e h*,) distet à circumferentia *a h b*; ideo est quia Sphæra in hypotesim assumpta, est valde exigua, vt patet ex paruitate circuli E B C D, qui in ea maximus est. Nam quando Sphæra est multò maior, interuallum illud *e h* est multò minùs, vt clariùs colligitur *ex proposit.* 105, 106, 107. & in Sphæra cœlesti, quæ ferè immensæ magnitudinis est, idem interuallum *e h* est prorsus insensibile, vt *prop. sequenti* demonstrabitur; quod quidem præmonere hìc volui, ne quis me ipsum mihi aduersarium esse putaret.

Corollarium 4.

DAto triangulo Sphærico cuius vnus angulus rectus sit, & duo latera cognita; reliquum latus inueniri potest, *ex demonstratis hac propositione*. Nam circulis in schemate vt priùs constitutis fit triangulum Sphæricum inter circulos tres maximos, Meridianum, Æquatorem, & circulum plani reflexionis; cuius trianguli latera duo cognita sunt; in circulo quidem Meridiano latus E O, videlicet declinatio Solis ab Æquatore; in circulo autem Æquatoris latus E X etiam notum est; cùm sit X in axe reflexionis erecto in dato incidentiæ puncto K, cuius à plano Meridiani distantia I K nota supponebatur; angulus verò in E rectus est; cùm ex facta hypothesi, Æquatoris semicirculus E X C Meridiano E B C D ad angulos rectos insistat: tertium denique ignotum latus cognoscitur in plano reflexionis O G T; est enim illud latus O T; cùm demonstratum sit rectas AT, A X in vnum conuenire, ac proinde à latere O T subtendi angulum rectum O E X, siue quod idem est O E T, in triangulo Sphærico, ex tribus arcubus T O, O E, E X, constante.



Pro-

Propositio CIX.

Posito speculo cylindrico duos, vel tres in diametrum digitos habente, cuius sectio basi æquidistans pro Gnomone Catoptrico sumatur; conici reflexi cuiuscunque, sectio in quolibet plano simillima erit sectioni conicæ; quamuis id planum à sic sumpto Gnomone distet interuallo palmorum quinquaginta.

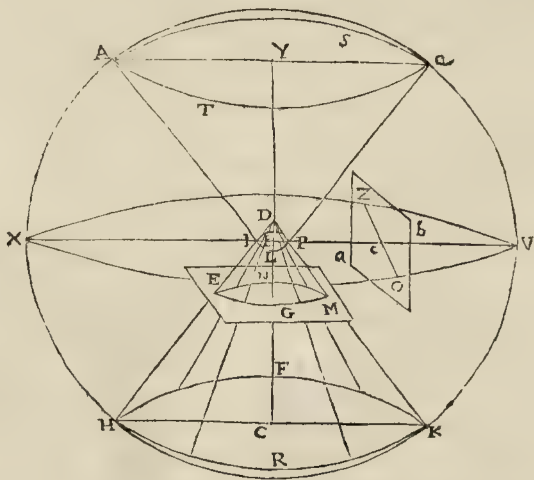
QVò minor est speculi cylindrici diameter (*ex demonstratis prop.* 107) eò conicum reflexum similius est cono, & consequenter sectio eius, sectioni conicæ similior; vnde si posset operibus istis Catoptricis speculum tenuissimum, diametro solùm transuersi auricularis digiti, vel multò adhuc minore, sufficere; optimum esset eo vti: & tunc sine dubio similis valde foret conicæ sectioni, sectio reflexi conici. Sed in tam exiguam conuexitatem non nisi valde pauci lucis radij incidere possent; & hi ipsi mox reflexione cylindrica in orbem sparsi, ac supra modum attenuati aciem fugerent: ideoque speculum diametri aliquanto maioris necesse est adhiberi, quod incidentem sufficientem lucem excipiens, eandem reflectendo non nimiùm attenuet; neque tamen ob excessum magnitudinis, radios reflexos à figura conica nimium depellat.

Nunc itaque id agimus, vt in magnitudine speculi duum digitorum, vel trium, diametrum habentis (quam huic rei sufficere docet experientia) ostendamus excessum non esse, qui perfectioni operis officiat: ostendimus autem in hunc modum. Sit circulus maximus quicunque A X V, cuius cum alio etiam maximo, ad ipsum recto XOVZ, communis sectio X V, orthogonaliter secet in centro B rectam C Y: in ipsa autem C Y, sit axis speculi cylindrici, in quo circulus maximus X O V Z sectionem basi parallelam faciat I L P, cuius diameter, vt I P, sit tantùm trium digitorum. Supponatur deinde Sol in aliquo eiusdem X O V Z parallelo A T Q S existens, atque ex aliquo eius puncto A infinitos mittens radios in circulum specularem I L P; & inde reflectantur radij pariter infiniti efficientes conicum, cuius summitas I L P *per* 96, *et* 101; basis autem *per* 100, sit parallelus H R K F, ipsi A T Q S oppositus, & æqualis; ipsum verò conicum in E G M N secetur ab E M plano vtcunque disposito, tantùm non ampliùs distante ab I L P, quàm interuallo palmorum 50.

Dico sectionem E G M N, sectioni conicæ simillimam esse. Quia enim circulus H R K F, in Sphæra solari propter immensam ipsius Sphæræ seu cœli magnitudinem, quodammodo immensus est etiam ipse; sectio specularis I L P tres solùm habens in diametrum digitos, facilè, & absque errore poterit (si cum illo comparetur) sumi pro puncto. Si enim, vt *lib.* 1 *prop.* 12 dictum est, hic licet ingens telluris globus instar puncti est res-

pectu Sphæræ solaris: quid quæso cogitare licet de circulo trium digitorum respectu circuli HRKF, qui in Sphæra solari licet non maximus, ferè tamen immensus esse intelligitur.

Quapropter licet radij reflexi nulli incedant per axem CY *ex* 101, præter vnum qui est HI productus, eundemque axem secans in D; tamen quia circulus ILP instar puncti est, ex iam dictis; consequens est, vt radij per illum transuersim, & obliquè, vt *propos.* 101 dicebatur, incedentes (cùm ab axe CY distent non nisi interuallo semidiametri sesquidigitalis) censeantur ab eo nullatenus distare; quasi verè per illum incederent, essetque ipsis in eo punctum aliquod commune, veluti vertex perfecti coni habentis, vt *eadem* 101 dicebatur, basim quidem HRKF, sectionem verò cum speculo cylindrico communem ILP. Potest itaque dicta sectio ILP sumi absque errore vllo sensibili, non tãtùm pro summitate conici reflexi ILPKRH; sed etiam pro vertice coni DHRK. Ac proinde si radij solares à speculo cylindrico cuius sit solùm trium digitorum diameter, reflectantur, conicum reflexum erit cono simillium; atque adeo sectio eius in quouis plano, erit sectioni conicæ simillima; in quouis inquam plano, cuius ab eiusdem conici summitate ILP, distantia talis sit, qualis statim dicetur.



Similiter *ex demonstratis prop.* 105, constat sectionem conici reflexi in quouis plano, eò cæteris paribus esse similiorem sectioni conicæ, quò planum ipsum in quo ea est, vicinius est summitati, aut basi conici reflexi. Quia verò nobiliora ista Gnomonices opera Catoptrica; si, vt rei dignitas postulat, fiant; in alicuius minimè angusti cubiculi siue porticus, aut similis loci parietibus, ac testudine fieri conuenit; collocato videlicet speculo (vt postmodum suo loco dicetur) in aliqua fenestræ parte commo-

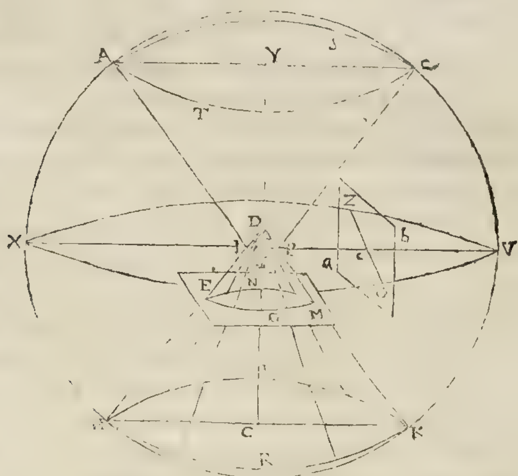
da:

da: hinc autem ſequi videtur aliquam eſſe quodammodo notabilem diſtantiam inter ſummitatem conici reflexi, & planum in quo ſectio eius eſt; vel (quod idem eſt) inter ſpeculum, & aduerſos cubiculi parietes, &c. vt minimùm enim inſigniora cubicula in longum, aut latum ad 20, aut 30, vel etiam 40 palmos romanos extenduntur: vnde tunc totidem palmis ſectio conici reflexi aberit ab eiuſdem ſummitate. Quia verò tali ac tanta poſita diſtantia ſuſpicio eſſe poſſet, ne fortè dicta conici reflexi ſectio in plano ſic diſtante, aliquid vitij contraheret, ideo licet dicta diſtantia vix vnquam, vt credi poteſt, futura ſit maior interuallo 40 palmorum; hypotheſim tamen extendo ad 50 palmos: vt ſi cuius fortè nobilioris aulæ, vel porticus ea amplitudine fornices, aut parietes nouo hoc atque erudito genere ornatus decorandi forent; de ea etiam ſicut de minore conſueta amplitudine demonſtratio valere intelligatur; cùm & de longè maiori poſſet adhuc valere. Sic autem procedit demonſtratio.

Supra I L P, ſummitatem conici reflexi (iuxta ea quæ dicta ſunt *prop.* 106) vel erit exigua & inſenſibilis eleuatio ſolis; vel erit vtcunque ſenſibilis: Si primum ducatur; ſectio conici reflexi in quouis plano non erit vllatenus ſenſibiliter diuerſa à ſectione conica *per eandem* 106: Si verò ſecundum dicatur; adhuc ſectio conici reflexi erit ſectioni conicæ ſimillima. Eſto enim ſupra planum circuli maximi X O V Z, ſectionem I L P in ſpeculo facientis (quicunque ille ſit) eleuatio Solis multò minor quàm ſit arcus X A, & ſit ſolùm tanta, quanta eſt ipſius Solis ſemidiameter; ita vt parallelus illius eleuationis ſeu declinationis, tranſiens per centrum Solis diſtet à circulo X O V Z vna tantum Solis ſemidiametro; ipſius autem Solis circumferentia tangat eundem X O V Z: hæc certè valde exigua eſt, & non admodum ſenſibilis eleuatio, quæ vix ad ſeſquigradum pertingit. Attamen non conſequenter exigua eſt, vel inſenſibilis (quod ad rem noſtram attinet) dicti paralleli à plano circuli X O V Z diſtantia, quæ vni Solis ſemidiametro æquatur; ex communi enim Aſtronomorum recentiorum ſententia quinque & ſemis terræ ſemidiametros complectitur: atque adeo baſis conici reflexi (quæ *per* 100 *huius*, eſt parallelus oppoſitus, & æqualis ei in quo centrum Solis eſt) in ea hypotheſi totidem circiter terræ ſemidiametris aberit ab eiuſdem conici ſummitate I L P, à qua ſolùm 50 palmis diſtare ſupponitur planum in quo fit eiuſdem conici ſectio.

Cùm itaque, vt euidens eſt, 50 ſolùm palmorum interuallum ferè nullum ſit comparatione habita ad ingens tot terræ ſemidiametrorum, id eſt (iuxta communem recentiorum ſententiam quæ vni terræ ſemidiametro tribuit milliaria 3035 & paulò ampliùs) milliariorum circiter 16693 interuallum, quod ſi diuidamus in palmos, tribuendo ſcilicet cuilibet milliario paſſus geometricos 1000, & cuilibet tali paſſui palmos 5; proueniet numerus palmorum 83465000, quot ſcilicet intercedunt inter ſummitatem conici reflexi, eiuſdemque baſim, quæ eſt parallelus diſtans à circulo X

O V Z vna tantùm Solis ſemidiametro; at certè numerus 50, reſpectu tanti numeri, ferè nullus eſt, & conſequenter diſtantia 50 palmorum, qua planum in quo eſt reflexi conici ſectio, ab eiuſdem ſummitate remoueri ſupponitur, comparata cum diſtantia 8346 5000 palmos, qua ab eadem ſummitate diſtat eiuſdem conici baſis, ferè pro nulla æſtimari, atque adeo dictum planum eidem ſummitati viciniſſimum cenſeri poteſt iuxta ſenſum *propoſitionis* 105; cùm reuera ſit remotiſſimum (videlicet duabus & ampliùs terræ ſemidiametris) ab ea parte in qua conicum reflexum maximè differt à cono, quæ pars eſt circiter in medio inter ſummitatem & baſim.



Hinc autem ſequitur *per eandem* 105, ſectionem conici reflexi in plano huiuſmodi eſſe ſimillimam conicæ ſectioni; & hoc idem *per eandem* multò magis verum eſt, quando eleuatio Solis ſupra planum circuli X O V Z multò maior eſt, vt eſt X A, verbi gratia; tunc enim baſis conici reflexi multò ampliùs incomparabiliter diſtat ab eiuſdem ſummitate; & ita de alijs. Igitur vniuerſaliter, poſito ſpeculo cylindrico duos vel tres in diametrum digitos, &c. Quod fuit demonſtrandum.

Corollarium.

CVm igitur conici, vt dictum eſt, reflexi ſectio in quocunque plano ſimillima ſit ſectioni conicæ; non eſt quod aliquis putet in cylindraceis fruſtis hyperbolas aliquantulum ellipſes affectare.

Pro-

Propositio CX.

Si vnico Sol motu, circa speculi cylindrici axem, moueatur in aliquo Sphæræ suæ circulo, radios continuè vibrans in eiusdem speculi sectionem basi æquidistantem; conici inde reflexi sectio in quauis obiecta superficie, eadem semper, ac eodem situ permaneret, nullatenus sensibiliter variata.

HÆc, corollarium quoddam est præcedentis propositionis: quare in eodem eius schemate omnibus, vt ibidem dictum est, se habentibus, tantùm nunc addo, & dico, supposito quòd Sol in quouis circulo existens, simplici vnico motu circa vnicum axem moueatur; lineam lucidam (quæ est conici reflexi sectio) in quacunque obiecta superficie apparentem, vt E G M N, nullatenus sensibiliter (stante eo motu) mutatum iri, siue secundùm figuram, siue secundùm situm. Moueatur enim Sol in circulo A T Q S, circa axem Y C. Et quia conicum reflexum I L P K R H, licet *per corollar. propositionis* 104, ad motum Solis circumuerti intelligatur, circa proprium axem B C, seu Y C; semper tamen summitatem eandem habet I L P, atque etiam basim eandem H R K F *per* 100, siue Sol in A fuerit, siue in T, vel Q, &c. atque adeo *ex demonstratis propos. præcedenti*, æquè semper sumi potest pro cono D H R K; consequens est ab eodem conico, vt dictum est, circa axem Y C, ad motum Solis conuerso, sectionem E G M N fieri continuè sectioni conicæ, id est sibi ipsi, semper simillimam: atque adeo à se ipsa nullatenus sensibiliter, seu situ, seu figura diuersam: talis quippe continuè fieret à cono D H K R; licet circa eundem axem Y C circumducto.

Eodem autem modo procederet demonstratio si Sol in quouis alio simili circulo non maximo similiter moueretur: imò & si supponatur moueri pariter vnico motu circa eundem axem Y C, in ipsomet circulo maximo X O V Z. Quia enim in eius plano *per constructionem* est circulus specularis I L P, in eodem etiam continuè semper futuri sunt radij reflexi, stante eo motu *per* 91: atque adeo si in aliquo plano *a b* lineam lucidam Z O primò depingant, eandem stante eo motu inuariatam continuè depingent. Igitur vniuersaliter, si vnico Sol motu circa speculi cylindrici axem, &c. Quod fuit demonstrandum.

Pro-

Propositio CXI.

Si speculum cylindricum immobiliter ita collocetur, vt axis eius Æquatoris axi æquidistet, Iris Catoptrico-Gnomonica sensibilem in se ipsa siue figuræ siue situs mutationem ex diurno Solis motu nullam recipiet, sed solùm reciproci accessus, & recessus constantissima vicissitudine motu vniformi non interrupto aut quasi subsultorio annuum Solis in Zodiaco motum æmulabitur.

PRima pars, quæ Iridi Catoptrico-Gnomonicæ diuersitatem sensibilem negat accidere ex motu Solis diurno, patet *ex* 110, quia enim hic motus fit circa axem Æquatoris, etiam iuxta factam hypothesim fit circa axem speculi cylindrici. Altera verò pars demonstratur, quæ asserit Iridem Catoptrico Gnomonicã ad Solis in Zodiaco motum vniformiter cum illo moueri, & successiuè situm sensim sine sensu mutare non subsultim, & post multam vnius diei quietem, ita vt postero die videatur cum Sole gradum ascendisse, vel descendisse.

Quia enim basis conici reflexi est parallelus oppositus, & æqualis ei in quo est Sol *per* 100 *huius*, Sol verò in Ecliptica, vniformi continuo motu, non autem interrupto media quiete, ac subsultim progreditur ab vno in alium gradum, sequitur similiter conici reflexi continuam, & minimè interruptam fieri secundùm alias atque alias bases, mutationem; atque adeo vi motus Solis in Ecliptica, aliud atque aliud semper conicum innouatione continua, in alijs atque alijs obiectæ superficiei partibus generari: ex hoc autem fit recedente Sole recedere Iridem, accedere verò eodem accedente, quod est reciproci accessus & recessus vicissitudine constantissima annuum Solis in Zodiaco motum æmulari. Igitur si speculum cylindricum immobiliter ita collocetur, vt axis eius, &c. Quod fuit demonstrandum.

Corollarium.

LOcum Solis in Zodiaco demonstrare optimè poterit Catoptrico-Gnomonica Iris, si in aliqua linea quam illa secet distinguantur, debitis punctis, & interuallis declinationes graduum Eclipticæ, vel arcus designentur, arcubus radiorum Zodiaci quodammodo similes, quibus suo tempore & ordine Iris congruat. Porro ea puncta declinationum quomodo sint annotanda, & arcus illi quomodo sint designandi, postea dicetur *prop.* 115: habent enim nonnihil diuersum à communibus siue punctis, siue parallelis Signorum designatis, siue notatis *propos.* 41, *& sequent. lib.* 2, *et prop.* 63 *huius*, vt *propos.* 114 demonstrabo.

Pro-

Propositio CXII.

Si speculum cylindricum immobiliter ita collocetur, vt axis eius, axi Horizonti æquidistet Iris Catopt. sensibilem in se ipsa siue figuræ, siue loci mutationem nullam recipiet ex motu Solis præcisè vt circa axem Horizontis fit per varios circulos maximos Verticales: sed solùm prout ad axem, vel ab axe eiusdem Horizontis fit per varios circulos Horizonti parallelos.

HÆc proposito à præcedente non differt nisi sola hypothesi, quatenus supponit speculum Horizonti esse perpendiculare. Prima autem eius pars negans in Iride Catoptr. Gnomon. vllam intercedere mutationem ob eum motum, quo Sol circa axem Horizontis delatus, varios circulos Verticales transcurrit, constat *ex prop.* 110. Ille enim motus, vt præcisè est circa axem Horizontis per varios circulos Verticales, est vnus simplex motus circa axem speculi, igitur &c. Secunda verò pars demonstratur vt secunda item *propositionis præcedentis*, quia enim Sol, dum supra Horizontem altiùs eleuatur, vel ad eundem rursus deprimitur, in alijs atque alijs successiuè parallelis Horizontis existit, sequitur *per* 100 aliam atque aliam similiter successiuè esse basim conici reflexi, atque adeo ipsum quoque conicum successiuè mutari, & aliud alteri succedere.

Hoc autem posito necesse est posterioris sectionem à sectione prioris diuersam esse in quouis plano, diuersam, inquam, saltem secundùm situm, non autem secundùm figuram: Nisi quod cum Sol est supra Horizontem elatior, si Iris fuerit circulus, erit etiam circulus cùm Sol fuerit depressior; sed circulus maioris diametri: ita si in maiori Solis eleuatione, Iris fuerit hyperbole in aliquo plano; in eodem erit etiam hyperbole ad maiorem Solis eleuationem: cum hoc tamen discrimine, quòd in maiori eleuatione erit hyperbole acutior, in minori diductior, quamuis accidere possit, vt in eodem etiam plano, ad varias Solis eleuationes, Iris reflexa ex elliptica in hyperbolicam desinat, vel etiam parabolicam, aut è contrà prout scilicet ad paulò ante dictam conici reflexi mutationem contingere potest, vt idem planum in quo est Iris, sit parallelum circulo maximo, nunc tangenti, nunc secanti basim conici reflexi, nunc neque tangenti, neque secanti, neque æquidistanti.

Addo tamen Iridem quæ in aliquo plano circularis est, non posse ex sola mutatione secundùm Solis eleuationem mutari in non circularem, quia scilicet planum illud in quo ea est circularis, æquidistat basi conici reflexi, at licet secundùm diuersas eleuationes Solis, diuersa sint conica, propter diuersas bases, hæ tamen sunt semper inuicem parallelæ, vtpote

ad

ad quas ſit perpendicularis axis tum ſpeculi cylindrici tum ipſius conici. Igitur licet mutetur eleuatio Solis, planum tamen in quo eſt Iris erit ſemper parallelum baſi conici: ergo in eo Iris erit ſemper eodem modo circularis: ſed tamen, vt oſtendi, erit ſemper diuerſa ſecundùm ſitum, ſiquidem habebit diametrum modò maiorem modò minorem; quæ omnia locum etiam habent in hypotheſi propoſitionis præcedentis, ac in omni alia ſimili. Igitur ſi ſpeculum cylindricum immobiliter ita collocetur &c. Quod fuit demonſtrandum.

Corollarium.

GRadum ſolaris eleuationis ſupra Horizontem indicare certò poterit Iris Catoptrico-Gnomonica in quauis ſuperficie; dummodo in ea debito modo puncta aliqua notentur, vel arcus quidam deſignentur, quorum contactu Iris demonſtret locum Solis in reſpondente Almucantarath.

Propoſitio CXIII.

Circulorum in Sphæra non maximorum arcus quibus in data quauis ſuperficie delineatis congruat ſuo tempore Iris Catoptrico-Gnomon. non debent cæteris paribus, ad eandem Gnomonis longitudinem deſcribi, ad quam in ſimili ſuperficie deſcriberentur eorundem circulorum arcus, quibus vmbra vel radius à ſpeculo plano reflexus ſuo tempore conuenirent.

SIt circa diametrum A C maximus quiuis in Sphæra circulus A P C Q faciens in ſpeculo cylindrico ſectionem baſi parallelam I L K, in cuius centro E (quod etiam centrum Sphæræ ſit) verticem habeat Gnomon F E erectus in plano N O, quod quidem ipſi A P C Q æquidiſtet, cum alio autem etiam maximo A B C D ad eundem A P C Q recto, faciat communem ſectionem G H. Deinde Sole in circuli A B C D aliquo puncto R lucente, ſtyli vertex E radium R E excipiens, vmbram generet E Y, quæ plano N O in rectæ G H puncto *c*, occurrat; quæ etiam Sole circulum minorem R S T, per R incedentem, ipſi autem A P C Q parallelum, percurrente deſcribat *per* 15 1 *huius*, arcum *c b a*: & eundem pariter deſcribat *per* 13 *huius*, radius E V ex incidente R E reflexus à quodam ſpeculo plano in centro E ad angulos rectos cum A P C Q collocato.

Dico arcum iſtum *c b a*: nullatenus conuenire poſſe Iridi, quæ in eodem plano N O, Sole exiſtente in eodem circulo R S T reflexè producetur à circulo ſpeculari I L K. Sumpto enim puncto incidentiæ I in plano reflexio-

nis

nis A B C D, & posito axe reflexionis I A; si radius incidat R I, erit angulus incidentiæ A I R, cui si fiat æqualis angulus reflexionis A I V; erit I V radius reflexus; fietque triangulum I E V, cuius basis erit I E semidiameter circuli specularis I L K, latera verò radij reflexi I V, E V: ille quidem vnus ex infinitis conicum reflexum circa I L K summitatem, & V X Y basim efficientibus; iste verò à speculo plano, vt dictum est, reflexus siue etiam linea vmbræ è radio T E ab Gnomonis vertice E procreata.

Et quia latus E V prædicti trianguli, rectam G H secat in *a* puncto per quod incedit arcus *c b a*; impossibile est, vt alterum latus I V per idem punctum *a* incedat, alioqui duæ rectæ I V, E V, angulum in V facientes, segmentum commune haberent V *a*, quod est impossibile. Secet igitur recta I V planum O N in aliquo alio puncto præter *a*, vt in H; atque per punctum H necessariò incedit Iris in plano N O: ergo illi non conuenit arcus *c b a*; sed alius, vt G M H, qui erit communis sectio plani N O, & conici reflexi I L K V X Y, habentis nempe summitatem I L K, & basim V X Y; id est *per 100 huius*, parallelum oppositum, & æqualem parallelo R S T.

Neque hìc locum habet, vel quoquo modo obijci potest, interuallum semidiametri I E, siue K E pro nullo nunc reputari, quod sequi videtur ex eo quod *prop.* 109 demonstratum est totam circumferentiam I L K pro puncto haberi posse. Licet enim hoc sit verum, facta comparatione ipsius circumferentiæ I L K ad circulum aliquem Sphæræ solaris, vt ibidem dicebatur: tamen non perinde verum est habito respectu ad interuallum, quo planum N O ab eadem circumferentia I L K discernitur, videlicet ad longitudinem Gnomonis E F; quod certè interuallum non est perinde immen-

immenſum, ac dicebatur eſſe immenſus circulus Sphæræ ſolaris: ergo reſpectu illius interualli ſemidiameter I E habebit aliquam non ſanè inſenſibilem quantitatem.

Imò verò addo, ſi triangulum I E V, ſtante ſemper eadem baſi I E, in Sphæra illa maxima ſolari fiat, fore vt angulus V, adeo acutus euadat, vt duo latera I V, E V, æquidiſtare ſibi inuicem videantur; & pro lineis parallelis ſumi poſſint, abſque errore ſenſibili, propter diſtantiam illam Solis pene infinitam: ſi autem æquidiſtarent, eorum ab inuicem diſtantia in plano N O eſſet ſine dubio maior quàm ſit nunc *a* G; eſſet quippe æqualis baſi I E. Ergo in contrarium ex magnitudine Sphæræ efficitur potius, Iridem ab I L K circulo ſpeculari reflexam, Sole lucente in aliquo puncto circuli R S T, minùs conuenire arcui *c b a*, ad longitudinem ſtyli F E deſcripto pro vmbra E *c*, ſiue pro radio reflexo E *a*, Sole percurrente eundem circulum R S T. Ergo in arcu deſcribendo pro Iride Catoptrico-Gnomonica Sole exiſtente in circulo R S T, aſſumenda eſt Gnomonis longitudo alia, quàm ſit F E, vt F Z; (de quo vide *propoſitione ſequent.*) & ita de alijs. Igitur circulorum in Sphæra non maximorum arcus &c. Quod fuit demonſtrandum.

Propoſitio CXIV.

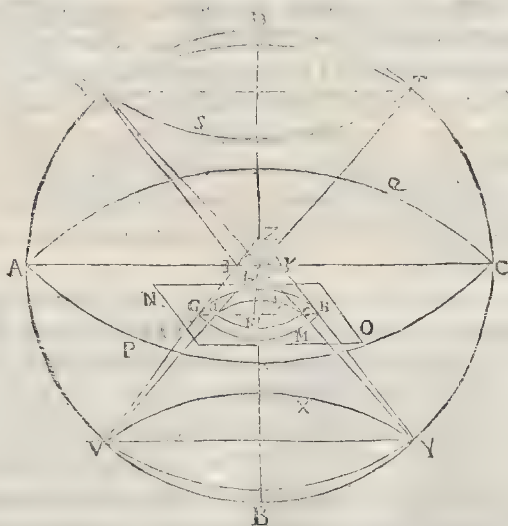
Data diametro ſpeculi cylindrici axem, & ſectionem reflectentem baſi æquidiſtantem, communes habentis cum circulo aliquo maximo, in cuius dato parallelo Sol exiſtat, inuenire Gnomonis verticem, & conſequenter longitudinem, ad quam in dato plano poſsit communibus deſcriptionis conicarum ſectionum legibus deſcribi arcus Iridi Catoptrico-Gnomonicæ accommodatè reſpondens, dum Sol in eodem dato parallelo exiſtet.

Repetatur cum figura *præcedent. propoſitionis* etiam hypotheſis, & proponatur inuenienda longitudo ſtyli, ad quam communibus præceptis in plano N O, deſcribi poſſit arcus conueniens Iridi, quæ Sole exiſtente in puncto aliquo R paralleli R S T reflectetur. Sit, vt *præcedenti propoſ.* dictum eſt, radius ex incidente R I reflexus I V, producatur verò idem I V ſurſum, donec B D rectam (in qua eſt axis tum ſpeculi tum paralleli RST, atque alterius oppoſiti V X Y) ſecet in aliquo puncto Z: & dico punctum Z eſſe verticem Gnomonis in quocunque plano perpendiculariter erecti, ad cuius conſequenter hoc ipſo cognitam longitudinem, ſi iuxta leges de conicarum ſectionum deſcriptione communiter tradi ſolitas conuenienter deſcribatur, in propoſito plano ſectio coni cuius vertex ſit idem Z, ba-

ſis

ſis autem parallelus V X Y, eidem ſectioni optimè congruet reflexa Iris, Solè in parallelo R S T lucente.

Iungatur Z Y; & poſitis duobus lateribus Z Y, Z V, alijſque ſimilibus infinitis, fiat ad verticem Z conus Z V X Y habens cum conico reflexo, I L K V X Y (vt in *præcedenti propoſ.* dictum eſt) ſummitatem ſeu circulum reflectentem I L K, & baſim V X Y, atque etiam axem B D, necnon lineam longitudinis, ſeu latus I V, communem. Quia arcus G M H in plano N O factus *per præcedentem* à conico reflexo I L K V X Y ſimillimus eſt ſectioni conicæ *per* 109; cenſetur hoc ipſo factus a cono, pro quo *ex demonſtratis eadem* 109, ſumi poteſt dictum conicum: cùm autem certum ſit quodlibet conicum non pro alio cono ſumi poſſe, quàm pro eo cum quo (vt dictum eſt,) & baſim & axem &c. communia habet; certum etiam eſt nullum alium eſſe poſſe conum præter Z V X Y, qui pro conico I L K V X Y ſumi poſſit in productione arcus G M N; qui conſequenter in plano N O ab eodem cono Z V X Y factus intelligitur. Et quia ſectionibus conicis gnomonicè deſignandis ipſum coni verticem pro Gnomonis vertice ſumi neceſſe eſt, vt colligitur *ex prop.* 15 1 *huius*, ſequitur arcui G M N gnomonicè deſignando, verticem Gnomonis ipſum eſſe, qui & coni Z V X Y vertex eſt, videlicet Z.



Neque verò Gnomonem iſtiuſmodi non in Sphęrę centro verticem habere mirum videri debet perpendenti non ab E centro Sphæræ, radiorum reflexionem fieri, ſed à circulo I L K centrum quidem habente in eodem E, ſed habente etiam aliquantulam ab eo diſtantiam ſuæ circumferentiæ: cuius, inquam, circumferentiæ ſingula puncta quaſi totidem Gnomones ſunt Catoptrici, qui omnes in ſuperficie coni Z V X Y exiſtentes ad vnum

omnibus æquiualentem, & ſingulis æquè reſpondentem reducuntur, videlicet ad eiuſdem coni verticem Z, qui ipſius ſuperficiem, & omnes longitudinis lineas terminat. Erit ergo in hac hypotheſi pro deſcriptione gnomonica ſectionis conicæ, ſeu arcus G M N, in plano N O requiſita ſtyli longitudo F Z: & ita de alijs. Igitur data diametro ſpeculi cylindrici &c. rectè inuenimus longitudinem ſtyli, &c. Quod fuit &c.

Corollarium.

HInc patet, ſtante eodem circulo ſpeculari I L K, ſi in plano N O, vel alio ſecante circulum maximum A P C Q, deſcribendi ſint arcus reſpondentes Iridi huic & illi reflectendæ ſubinde dum Sol ſucceſſiuè omnes parallelos circuli A P C Q ab A versùs D exiſtentes (quorum vnus eſt R S T) ex hypotheſi tranſcurret; ſemper aſſumi debere Gnomonem cuius vertex ſit in axe B D ab E versùs D; & è contrà Gnomonis verticem ſumi debere ab E versùs B, quando in aliquo plano deſignandi ſunt arcus pro Iride ſucceſſiuè producenda Sole tranſcurrente eiuſdem circuli maximi A P C Q parallelos omnes qui ſunt ex parte oppoſita ab A versùs B quorum vnus eſt V X Y. At verò quando linea deſcribenda eſt quæ reſpondeat Iridi reflectendæ dum Sol in ipſomet circulo maximo A P C Q exiſtet; tunc quidem Gnomonis verticem in centro E ſumendum eſſe; quia videlicet tunc Sol & circulus reflectens I L K, necnon centrum E in vno ſunt plano circuli A P C Q, in quo *per 91 huius*, radij ab I L K in orbem reflexi exiſtunt; ſicut & *per* 102, in eodem exiſtit ipſa quoque Iris ab eiſdem radijs in quolibet obuio plano depicta; quemadmodum etiam *per coroll. prop.* 13 1 *huius* linea vmbroſa, & *per 7 huius* radius à ſpeculo plano reflexus, ſunt ſimul cum vertice Gnomonis ſeu Sciatherici, ſeu Catoptrici in plano circuli maximi in quo eſt Sol.

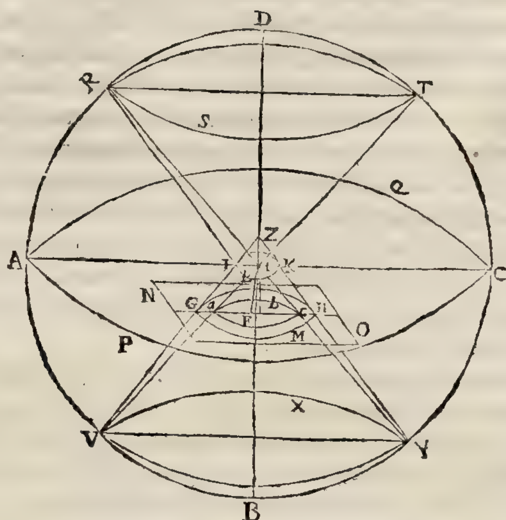
Huius rei exemplum cerni poteſt *propoſ.* 110 in plano *a b*, quod ſi ſupponatur perpendiculare ad circuli maximi X O V Z, erit *per propoſ. 7 primi huius* ſtylus B *c* habens conſequenter verticem in centro B, ex quo per circumferentiam I L P ductæ rectæ ſecarent planum *a b* in recta Z O, cui congrueret Iris Sole exiſtente in circulo maximo X O V Z.

Præterea patet Gnomonis verticem in axe B D, ſiue ex hac, ſiue ex illa parte, vt dictum eſt, ſumendum, non in vno eodemque axis puncto ſumendum eſſe, pro omnibus arcubus omnium parallelorum, qui ad eaſdem partes ſunt: ſed eò longiùs à centro E ſumi debere, quò parallelus, in quo Sol eſſe ſupponitur, minor eſt, & ab eodem centro remotior; ac è contrà, id eſt, (vt exemplo res clarior fiat) cum arcus G M N parallelo R S T reſpondens, Gnomonem requirat, cuius vertex eſt in Z; arcus alius reſpondens parallelo minori, quàm ſit R S T, & circulum maximum A B C D ſecanti inter D & R, exiget Gnomonem cuius vertex ſit inter Z & D: qua enim proportione parallelus ille erit minor, eadem angulus V Z Y erit

acu-

acutior, & cum nihilominus duo latera V Z, Y Z per eadem puncta I & K incedant, necessariò vertex Z erit eadem proportione à centro E remotior. Ita è contrà, si parallelus fuerit maior quàm sit R S T, angulus V Z Y erit etiam maior quàm nunc sit; atque adeo vertex Z erit centro E propinquior.

Non minùs *ex demonstratis, tum hac, tum præcedente propos.* patent tria. Primum est non posse sine errore, & quidem haud parum sensibili (saltem quando Solis, supra planum circuli A P C Q eleuatio, est vtcunque sensibilis) assumi longitudinem Gnomonis eandem, vel æqualem indiscriminatim pro arcubus Iridi, & vmbræ, vel radio à speculo plano reflexo accommodatè designandis; siue etiam pro punctis distinguendis.



Secundum est eos arcus non debere describi ex aliquo centro sumpto in circulo I L K; nam neque in eo circulo, neque in linea per eum transeunte, est alicuius talis arcus centrum; sed omnium centra sunt in axe E D, siue in axe ipsius cylindri, id est in axe omnium conicorum reflexorum, quorum sectiones sunt illi arcus.

Tertium, est radium à speculo plano circulum I L K contingente, reflexum, non rectè indicare posse motum Solis, in lineis horarijs, alijsque similibus, quæ sunt sectiones circulorum maximorum, atque adeo per centrum E incedentium.

Propoſitio CXV.

Data diametro ſpeculi cylindrici axem & ſectionem reflectentem habentis communes cum Æquatore, arcus qui locum Solis in Zodiaco reflexa Iride in ipſos cadente commonſtrent in quouis propoſito plano delineare. Vel certè eorundem arcuum puncta in horarijs propoſiti plani lineis Aſtronomicis diſtinguere.

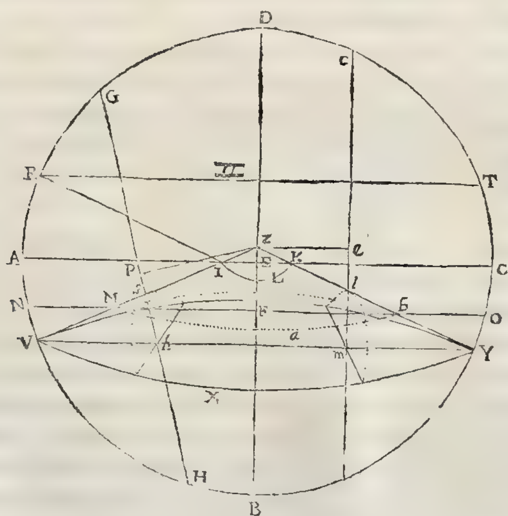
DAta IK diametro ſpeculi cylindrici, ſeu circuli reflectentis ILK, qui ſit ſit ſectio eiuſdem ſpeculi parallela baſi, facta à plano Æquatoris quem diameter AC repræſentet (ſic quippe, vt petitur, erit ſpeculo ſimul & Æquatori communis, tum dicta ſectio ILK, tum axis BD) proponatur autem deſignandus arcus cui reflexa Iris congruat Sole exiſtente in parallelo, verbi gratia, Geminorum, quem diameter RT referat. Si planum in quo delineandus eſt dictus arcus ponatur Æquatori parallelum, quale concipi poteſt incedere per rectam NO, res eſt facillima: duos quippe hactenus tradidi modos; alterum quidem *prop.* 93; alterum vero *prop.* 108; quibus in plano æquidiſtante baſi ſpeculi cylindrici, punctum inueniri poſſit, in quod cadit radius à quolibet cylindricæ eidem baſi æquidiſtantis ſectionis dato puncto reflexus.

Aliquo igitur ex his modis inueniatur in dicto plano (quod recta NO repræſentat) punctum ſaltem vnius radij, ex infinitis illis, qui conicum reflexum conficiunt Sole in parallelo Geminorum lucente. Verbi gratia, in circulo aliquo per polos Æquatoris incedente ABCD, ſumpto per ea quæ dicta ſunt *propoſit.* 39 2 *huius*, arcu declinationis ♊, AR; incedat per R recta RT parallela ipſi AC, repræſeptans parallelum ♊, ac Sole ex hypotheſi exiſtente in R; cadat in I radius RI, indeque reflexus IV recidat *per* 100 *huius* in V punctum commune eidem circulo maximo, & parallelo Sagittarij (ipſis nempe Geminis oppoſito) VXY; & idem reflexus rectam NO, ſeu planum per eam incedens, & ad circulum ABCD perpendiculare, ſecet in M: ſi itaque per M incedat circulus M *a b*, centrum habens in F (quo ſcilicet puncto axem BD ſecat eadem recta NO) hic ipſe erit arcus optatus, cui ſuo tempore Geminorum reflexa Iris optimè conueniet. Cùm enim *per* 109, conici huiuſmodi reflexi ſectio, ſectioni conicæ ſimillima ſit; in propoſito plano (vtpote baſi eiuſdem conici æquidiſtante) erit neceſſariò ſimillima circulo; vnde & pro illa circulus ſupponi poterit centrum habens in axe BD. Eadem verò lege deſcribi poterunt ſeruata proportione cæteri ſimiles arcus in eodem plano, qui omnes erunt dicto modo circuli concentrici.

In alijs verò planis, quæ Æquatori (ſiue, quod nunc idem eſt, baſi ſpeculi

culi cylindrici) parallela non ſunt, vel ad eundem inclinantur (vt planum aliud incedens per G H) in illis, inquam, planis non æquè facilis erit prædictorum arcuum deſcripto. Neque enim illi iam erunt circulis, vt dictum eſt, ſimillimi, ſed vel parabolis vel hyperbolis, aut ellipſibus, prout varius erit cuiuſque plani ſitus.

Dicam tamen qua arte perfici valeat, in huiuſmodi planis dicta delineatio, duoſque modos proferam, quorum primus ſit. Sole, vt propoſitum eſt, lucente in ♊ parallelo, quem recta R T diameter exprimat; poſito, vt paulò antè dictum eſt, arcu declinationis eius A R; ſit *per* 100 *huius* parallelus V X Y baſis conici reflexi, & in A C diametro Æquatoris ſumantur hinc & inde ab Sphæræ centro E, duæ rectæ E I, E K æquales duabus ſemidiametris ſpeculi cylindrici ſeu annuli I L K, à quo fit reflexio; ita vt tota I K. Sit æqualis toti datæ diametro dicti annuli, ſeu ſpeculi. Mox *per præcedentem* inueniatur in Æquatoris axe B D, vertex coni, qui per I L K circulum ſpecularem incedens, baſim habet in V X Y parallelo, quod quidem ita fiet. Recta V I per V & I producatur, donec rectam B D ſecet in aliquo puncto Z; & erit Z *per præcedentem* vertex, tum quorumcunque Gnomonum in quibuſlibet planis erectorum, vt P Z & *e* Z; tum etiam dicti coni videlicet Z V X Y, cuius deſcripta in quouis propoſito plano ſectio erit arcus, in quem ab annulo I L K reflectetur Iris Sole exiſtente in ♊: cuius quidem ſectionis diameter in plano G H erit *f h*, & in plano *c d* erit *l m*.



Ipſa autem ſectio, attento cuiuſlibet plani ſitu deſcribetur præceptis hac de re communiter tradi ſolitis qualia habet Clauius *lib.* 1 *Gnom. prop.* 8, alijque plurimi, præcipuè verò in præclaro ſuo prodromo egregius Midorgius: quæ quidem præcepta licet generaliter ſolùm tradita, paucis tamen

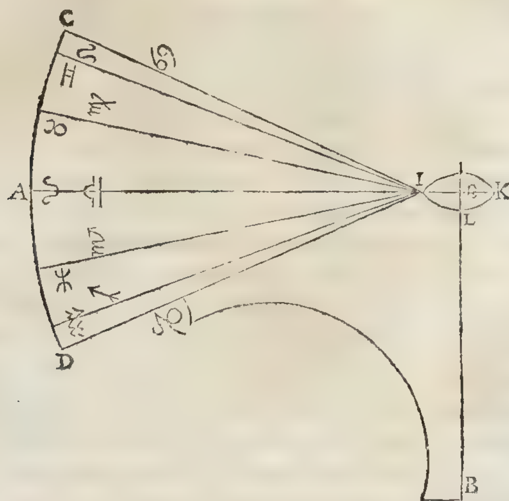
additis in hoc opus particulare non admodum difficulter conuerti possunt: quapropter cùm ea quæ sunt præcipua, & cuiuis ingenioso sufficere possunt, indicauerim, cætera quæ fusiùs, & magis in particulari de eadem methodo dicere possem eò labentiùs omitto, quò aliam habeo exponendam vsu facillimam, æquè ac expeditissimam, & (absit verbo inuidia) meam. Meam autem dico non solùm quia in re ista noua, nemo hactenus, quem sciam, peculiaria præcepta dedit (cùm tamen, vt *ex demonstratis prop.* 114, intelligitur, necessariò peculiaria requirantur) arcus Iridi reflexæ accommodatos delineandi: sed præcipuè dico meam quia non differt ab illa mea facillima, atque in praxi tutissima, qua *lib. 2 prop.* 41, *et sequentibus*, arcus parallelorum Zodiaci in quouis dato plano directis tum vmbris, tum radijs, conuenientes delineaui; qua & possent pari facilitate arcus delineari pro radijs à speculo plano reflexis, vt facilè colligitur *ex propos.* 8 *& sequentibus huius 3 libri.* Itaque

Secundus modus ille idem est quem *dicto loco lib.* 2, tradidi cum hac solùm differentia, quòd centrum figuræ radiorum Zodiaci non in centro Sphæræ, neque in axe Æquatoris, sed in eiusdem diametro esse debet; in eo videlicet diametri puncto quo eam secat circulus paruulus qui in plano Æquatoris, ac eidem concentricus æqualis est annulo speculari, siue circulo, qui est sectio speculi cylindrici basi parallela, à plano Æquatoris facta; quoad cætera verò delineatio horum arcuum pro Iride Catoptrico-Gnomon. nihil prorsus diuersum habet à delineatione eorum qui, vt dixi, pro vmbris *dicto loco* delineati sunt.

Et vt rem clariùs exponam. Fiat instrumentum secundùm eam formam quam *propos.* 40 *lib.* 2 exposui, in quo instrumento sit E centrum Sphæræ, per quod incedat tum Æquatoris axis BE, tum recta AK ad ipsum perpendicularis, quæ consequenter in plano Æquatoris existens, erit quædam eius diameter. Ex eodem centro describatur circulus ILK æqualis annulo speculari: secet autem ILK rectam AK in I; & ex I tanquam centro ad quoduis interuallum IA describatur arcus CD in quo *per* 39 2 *huius* inuentis Signorum declinationibus ducantur radij CI, DI, &c. eodem prorsus modo quo *dicta prop.* explicatum est, & constructum erit instrumentum, cuius vsus nihil prorsus differt ab vsu illius, quod *locis antea indicatis* sub varijs formis (licet in re vnicum sit) constructum est. In vsu itaque semper ita fiat vt centrum quidem E illi eidem puncto exquisitissimè conueniat; in quo centrum ipsius figuræ radiorum, citatis locis collocabatur; Æquatoris autem radius seu semidiameter EA, per eadem puncta incedat, in hoc opere, per quæ in illo incedebat; ac similiter axis BE per horologij centrum transeat. Et sic ijsdem, quibus ibi, legibus facile erit in quibuscunque horarum à media nocte atque à meridie lineis puncta distinguere, in quæ, Sole existente in respondentibus Signis, Iris reflectetur à speculo cylindrico ad Æquatorem recto, cuius diameter sit vt IK, sufficient verò sola puncta absque lineis connectentibus; ea enim, fascia

sua

ſua lucida candida, connectet ipſa Iris ſuo tempore, quod erit multò iucundus. Neque huius deſcriptionis vlteriorem demonſtrationem adhibendam eſſe cenſeo, cùm ſatis euidens habeat in hactenus demonſtratis



fundamentum. Data igitur diametro ſpeculi cylindrici, axem &c. arcus qui locum Solis in Zodiaco, &c. rectè deſcripſimus, vt erat propoſitum.

Aliter, ac in quauis non tantum plana, ſed & conuexa vel concaua; atque etiam minimè regulari ſuperficie, eoſdem arcus Signorum Zodiaci, Iridi reflexæ conformes, ad eundem ſpeculi cylindrici poſitum delineare.

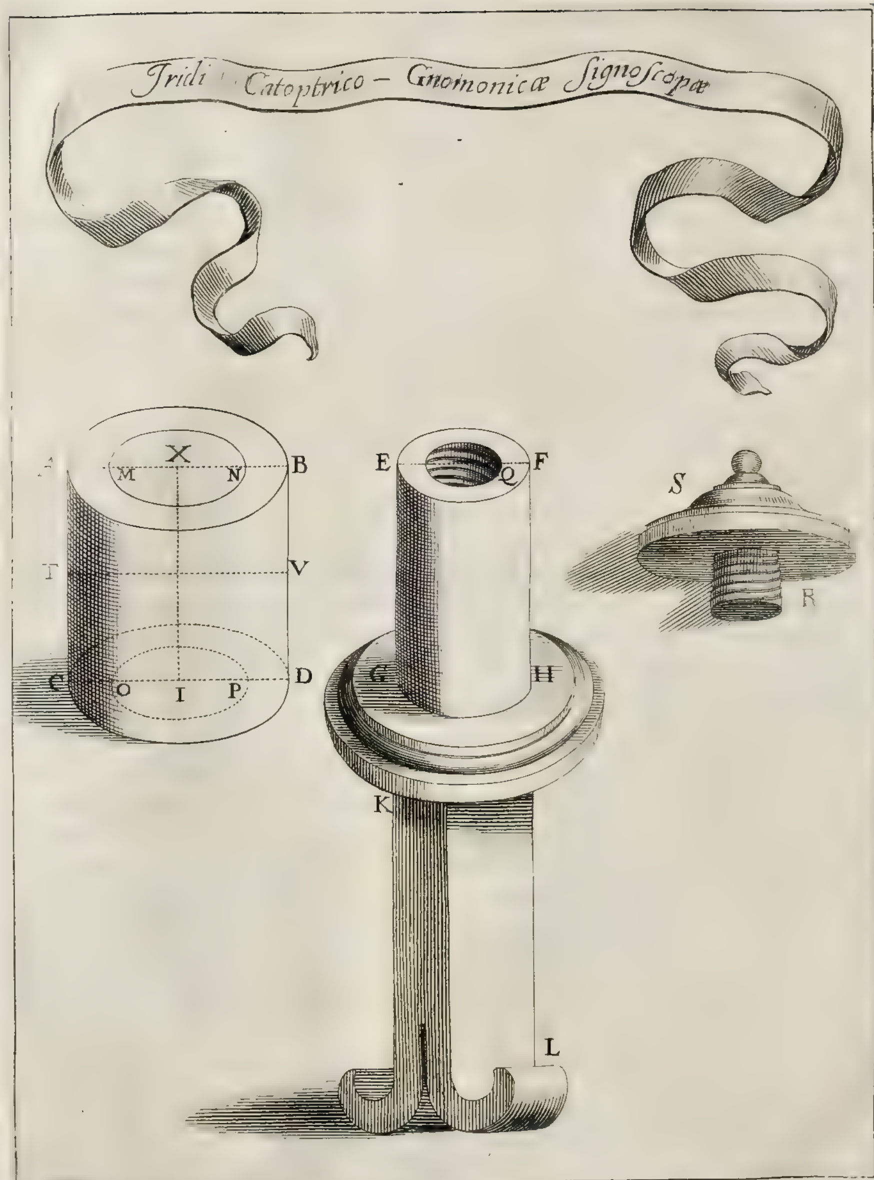
ORganum Meridianum conſtructum *prop.* 27 *huius*, & inſcriptis in vſum Horographiæ &c. notis inſignitum *prop.* 28, fibulis autem ad cõuenientẽ circularem motum neceſſarijs munitum *prop.* 30, eodem prorſus modo ad hoc propoſitum opus adhibeatur, quo ad eorundem parallelorum arcus in Sphæra Catoptrica polari adhibitum eſt *prop.* 78; cum hoc ſolùm diſcrimine; quòd nunc motus inſtrumẽti non debet fieri ſuper recta quieſcente linea C D in qua eſt centrum F; ſed ſuper alia huic ipſi parallela, quæ ab ea diſtet præcisè vna ſemidiametro aſſumpti ſpeculi cylindrici: atque in hoc nulla erit iam difficultas, ſi quod *propoſ.* 23 & 29, præcipiebam diligenter obſeruatum ſit. Quia enim organum hoc Meridiani mobilis (quemadmodum, & aliud Verticalis mobilis) in hoc pariter opus, de quo nunc ago, prouidus comparabam; in lamina A D tertium de induſ-

tria foramen L fieri volui, eius verò rei ratio, quam tunc reticens in hunc ipsum locum aperiendam distuli, ex eo quod modò insinuabam discrimine intelligitur.

Cùm itaque mi Lector (vt rem tibi clariùs edisseram) figura radiorum Zodiaci, sub hac Meridiani mobilis forma, vti volueris descripturus propositos arcus Iridi Signorum reflexæ conformes; hanc adhibe cautionem. Primò Meridiani organi cardines *per* 78 constitues in situ qui in Sphæræ Catoptricæ Polari debetur; etiam facto ad eum legitimum situm comprobandum experimento tali, quale tibi exposui *propos.* 38, videlicet collocato speculo plano in debito situ huius Sphæræ Polaris Catoptricæ, obserua diurnum, vel semidiurnum radij ab eo reflexi curriculum, atque ex eius fide, Meridiani mobilis cardines conuenienter dispones, quasi simpliciter descripturus esses arcus ab eodem radio suo tempore percurrendos. Mox tamen cardinibus ita debitè dispositis; quia arcus nunc exoptas Iridi reflexæ conformes, laminam AD (vide *prop.* 23, & 30) quæ organo Meridiano ita copulata est (*prop.* 30) vt centrum fibularis annuli esset præcisè in recta CD, in qua nempe est instrumenti centrum F; nunc ad præsens negotium ita dispone, vt centrum eiusdem fibularis annuli ab eadem CD, tanto interuallo remoueatur, quanta est cylindrici propositi speculi semidiameter (quod autem dico de vnius fibulæ lamina AD, dico etiam de altera simili, fibulæ comparis, lamina) quare si interualla duo, quorum vnum est inter foramina I & K, & alterum inter foramina K & L fuerint inuicem, & semidiametro speculi cylindrici æqualia, instrumentum hoc totum ab vsu delineationis explicatæ *prop.* 63, ad hanc (quam modo tractamus) delineationem mira facilitate transferes. Id enim solum agendum erit, vt geminæ cochleolæ è prioribus foraminibus I & K exemptæ ac mox foraminibus K & L repositæ, ijsdem quibus priùs, instrumenti lignei foraminibus, ac eodem modo committantur: sic enim fiet vt ab organi linea CD, centrum annuli fibularis remoueatur interuallo quod erit æquale ipsi IE, id est, vt supponitur, semidiametro speculi, vt paulò antea *hac ipsa prop.* 115, dicebam, & cerni potest in 2 eius schemate. Et hac demum lege arcus Zodiaci, qui in reflexæ suo tempore Iridi conueniant, huius instrumenti beneficio facillimè, simul cum linea Æquinoctiali describentur ex dictis *prop.* 46; dummodo, vt paulò antè etiam dixi ipsum instrumentum in debito situ, qui Sphæræ Catoptricæ Polari conuenit, vt *propos.* 78 habetur, collocatum fuerit.



Pro-


Iridi Catoptrico - Gnomonicæ Signoscopæ
X
M
N
B
T
V
C
O
I
P
D
E
F
Q
G
H
K
L
S
R

Propoſitio CXVI.

Speculum cylindricum ſic aptè in debito ſitu collocare, vt refle-xa ab eodem Iris, conuenienter quolibet tempore, Solis in Zodiaco locum demonſtret.

SPeculum huiuſmodi, qua arte & ex qua materia ſit conficiendum dicetur *prop.* 127 hìc verò ſolùm agitur de modo, quo in debito ſitu collocari, ac ſiſti debeat. Nunc itaque ſit ſpeculum A B D C ſecundùm ſuperficiem conuexam optimè politum, ſecundùm concauam autem ſolummodo læuigatum ſed ſine illo læuoris fulgore qui ad reflectendos lucis radios requiritur. Ad menſuram interioris cylindricæ circumferentiæ, cuius diameter M N ſiue O P, conficiatur torni opere ferreus ſiue æreus cylindrus E H habens quidem longitudinem E G æqualem longitudini A C, ſed diametrum E F ipſa M N aliquantulo minorem ob rationem, quam mox dicam glutinis inducendi: habeat etiam idem cylindrus baſim H K, eiuſdem tum operis tum materiæ, cuius explanatum in G H labrum ita promineat vt craſſitiem C O, ſiue D P exæquet; inde eleganti coronide cincta, deſinat in radicem diuaricatam K L. Simili opere fiat capitellum S; ſpira ſectili R intimo cohlidio Q committendum. Perfectumque erit inſtrumentum, cuius exterior cylindrica pars E H, ſicut & interior ſpeculi ſimiliter cylindrica ſuperficies M P tenaciſſimo glutino (quali vſi ſumus *prop.* 35) pariter perlinantur, & inuicem aptè coniungantur; ac impoſito firmatoque deſuper capitello; commodo loco reponantur, donec concreſcat, ac firmiter coaleſcat glutinum.

Deinde cùm opportunum fuerit, Sole nimirum clariùs lucente, locó in feneſtra iam priùs electo (ex quo videlicet *per præcedentem* delineati ſunt arcus Signorum Zodiaci); intimo muro altè committatur inſtrumenti radix K L, & tali ſitu vnà diſponatur ſpeculum, vt circulus in eo medius, qui nempe eſt circa diametrum T V, præcisè ſit in loco circuli, quem inſtrumenti Meridiani centrum F deſcribebat motu ſuo dum fiebat arcuum delineatio: quod quidem ſatis facile erit, ſi extenſis quibuſdam filis tenuiſſimis, vt in ſimili factum eſt, *propoſ.* 34; notentur diligenter puncta duo, vel tria, quibus dictus circulus, à puncto centri F circa Æquatoris axem circumducto deſcriptus, ad amuſſim reſpondeat.

Sed potiſſimum negotium in eo vertitur, vt ſpeculi axis X I æquidiſtet axi Æquatoris, ſeu axi circa quem mouebatur organum Meridianum *propoſitione præcedent.* Id autem licet aliàs difficillimum ſit, hac tamen arte certiſſimè, & non admodum difficulter aſſequemur. Moueatur ſubtiliter ſpeculum A D, cum toto fulcri inſtrumento, in hanc vel illam partem; & obſeruetur diligenter lucente Sole cùm reflexa Iris æqualiter conueniet

arcui

arcui Signi, ſeu gradui Signi, in quo tunc Solem verſari conſtiterit ex ephemeride, vel aliter: tunc enim erit ſine dubio ſpeculum in debito ſitu, in quo & confirmandum erit; præſertim poſt factam hanc aliam obſeruationem, quam ad maiorem rei certitudinem ſubiungo; poſtquam videlicet Solis ſemidiurno ſaltem curriculo deprehenſum fuerit lucidam Iridis faſciam, iuxta ea quæ diximus *propoſ.* 111, loco ſuo minimè fuiſſe motam, motu qui fiat circa ſpeculi axem X X, id eſt non motam niſi ſolo acceſſu ad Æquinoctialem, vel receſſu, & quidem æqualiter in toto Iridis ambitu: donec enim axis X X debito conſiſtat loco, Iris eam immobilitatem ſic explicatam nunquam ſortietur: cùm verò eam fœliciter ſortita fuerit; axis quoque neceſſariò in debito ſitu erit: quare tunc ad rem certiſſimam, inſtrumenti ſeu fulcri radix K L iniecto gypſo tenaciſſimo implicanda, vt muro deinceps immobiliter inhæreſcat, & ſpeculum in eo ſic comprobato ſitu firmiter contineat. Et ita quod propoſitum erat perfecimus.

Propoſitio CXVII.

Data diametro ſpeculi cylindrici axem, & ſectionem reflectentem habentis communes cum Horizonte; arcus Almucantharath, qui ſolaris ſupra eundem Horizontem eleuationis gradum reflexa Iride demonſtrent, in quauis ſuperficie delineare: vel certè eorundem arcuum puncta, in propoſiti plani lineis Verticalibus, vel alia quacunque diſtinguere: completaque delineatione ſeu diſtinctione, ſpeculum ipſum in ſitu debito collocare atque firmare.

HÆc modò propoſitio nullam habet difficultatem, quæ non ſtatim ſuperari poſſit ex dictis *in præcedenti*, vt ſatis intelligitur *ex* 115 *vniuerſali*, ex qua tam hæc, quàm præcedens conſequuntur, velut in ea implicitè contentæ: ſi quid tamen in particulari addendum eſt; ſolùm ad maiorem facilitatem, dicam primò non aliter deſcribendos eſſe arcus iſtos Almucantharath in plano Horizontali; quàm in plano Aequinoctiali dictum ſit deſcribi debere arcus Signorum Zodiaci. Secundò in planis quibuſcunque, Horizonti minimè æquidiſtantibns deſcribi poſſe iſtos arcus vtroque illo modo pro deſignandis Signorum arcubus relato *prop.* 115. Et vt ſecundus ille modus præſenti negotio faciliùs accommodetur hoc ſolùm addo. Si ſupponamus diametrum ſpeculi cylindrici eſſe hic eandem, quæ ibi, vel certè eidem æqualem videlicet I K; ex puncto I tanquam centro deſcribendus eſt quadrans circuli ductis ab eodem centro I rectis ad ſingulos graduum terminos in circumferentia: & hoc quadrante vtendum

eodem

eodem prorſus modo; ſeruata proportione, in lineis Verticalibus priùs in dato plano deſcriptis, quo radijs Zodiaci ex ſimili centro I deſcriptis, hactenus dixi vtendum eſſe in lineis horarijs Aſtronomicis. Denique tertium illum modum *eadem prop.* 115, additum, qui non ad plana reſtringitur, ſed in quibuſcunque etiam minimè regularibus ſuperficiebus locum habet, facillimè accommodari iſtorum etiam arcuum Almucantharath pro Iride reflexa deſcriptioni: ſi enim in inſtrumento Verticali mutentur ſitu fibulæ, eadem prorſus lege, qua dixi mutandas eſſe in inſtrumento Meridiano; & ipſum Verticale inſtrumentum *per* 40 *huius* diſponatur eo ſitu qui Sphęræ Catoptricæ Horizontali conuenit; deſcribentur hi arcus, & ipſa etiam linea Horizontalis *per* 61, *ſiue per* 41, *&* 42. His autem peractis ſpeculum cylindricum conuenienti fulcro ſuſtentatum, eadem lege iiſdemque adhibitis cautionibus (ſeruata proportione) collocabitur, atque firmabitur in ſitu debito ad axem Horizontis quibus *præcedenti propoſitione* collocatum firmatumque eſt ad axem Æquatoris.

Et ita demum ſatisfactum eſt præſenti propoſito.

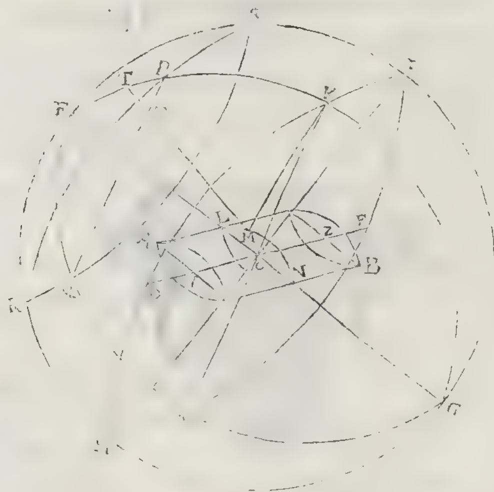


Pro-

Propositio CXVIII.

Si Speculum cylindricum ita disponatur, vt super Æquatoris axe continuè motum, subinde perpendiculariter secetur à circulo quolibet per eiusdem Æquatoris polos incedente, in quo Sol extiterit, reflexa Iris horas Astronomicas poterit indicare.

SIt C Sphæræ centrum, & axis Æquatoris F G, ad quem rectus per idem C incedat speculi cylindrici A B axis Y Z: ipsum verò speculum simul cum suo axe, certo quodam artificio (quali dicetur *proposit. sequenti*) secundùm Æquatorem I D H E, circa iam dictum eiusdem axem moueatur ad motum Solis diurnum, hac lege vt in quocunque Sol horario circulo per Æquatoris polos incedente fuerit, eidem sit speculum ad angulos rectos. dico fieri posse, vt Iris reflexa, horas Astronomicas demonstret.



Ponatur enim circulus huiusmodi horarius quicunque F V G K, verbi gratia, horæ 8 à media nocte, communem cum Æquatore I D H E sectionem habens, rectam K V; quam orthogonaliter secet eiusdem Æquatoris diameter D E, huic verò congruat speculi axis Y Z: sic fiet vt dictus horarius ad ipsum speculum rectus sectionem in eo faciat L M N basi parallelam. Itaque si in L M N, ex quocunque circuli F V G K puncto K, radij solares incidant vt K M, erunt *per* 91 *huius* omnes reflexi vt M T in plano illius: ac propterea si conuenienter, vt dicetur, *sequenti proposit.* linea horæ 8 à media nocte seu sectio circuli horarij F V G K in aliquo plano vt S P Q R ad

ad ſtyli verticem C, deſignata fuerit, vt PQ; Iris reflexa in eam cadet *per* 102 (ſicut in eiuſdem punctum O cadit ipſius Iridis radius vnus M T) & eatenus horam octauam, &c. indicabit. Eſt autem eadem ratio de cæteris Aſtronomicis horis. Igitur ſi ſpeculum cylindricum &c. Quod fuit &c.

Propoſitio CXIX.

Horas Aſtronomicas Iride Catoprico-Gnomonica demonſtrandas in quauis propoſita interioris cameræ ſuperficie delineare.

LIcet hìc Gnomonem habeamus Catopricum; horarum tamen Aſtronomicarum lineæ eodem prorſus modo ſunt deſignandæ, quo vbi eit Gnomon Sciathericus, ſiquidem, vt ſatis intelligitur *ex propoſ. præcedenti* circulus horarius F V G K, alijque ſimiles, huiuſmodi reflexione omnino non mouentur è ſuis locis, cùm è contrà ad ſingulorum loca vera ac naturalia, Iris conuerſione ſpeculi coaptanda ſit, vt legitimè horas oſtendat. Primò igitur *per* 36 *prop. huius* deſcribatur linea Meridiana: deinde per ea quæ dicta ſunt *lib.* 2 *propoſ.* 31, *& ſequentibus vſque ad* 38 quoad ſuperficies planas, *vel propoſit.* 48 quoad alias etiam minimè regulares, vel denique *libro hoc* 3 *propoſ.* 78 (vbi de horologio è Sphæra Catoptrica Polari) deſcribantur horarum Aſtronomicarum lineæ, non ſub linea Horizontali, vt in Optico-Gnomonico horologio; ſed ſupra illam, vt in Catoprico-Gnomonico: ita tamen, vt in ea deſcriptione, per ea quæ dicta ſunt *in corollario prop.* 114, ſumatur pro vertice Gnomonis, centrum Sphæræ; vt eſt *propoſ. præcedenti* punctum C, quod tum Æquatoris tum ſpeculi axibus F G, Y Z, commune eſt: & ſic habebimus lineas horarias, ad quas cùm fuerit, motu ſpeculi circa axem Æquatoris FG, perducta Iris, horam à media nocte, vel à meridie oſtendet, vt fuit propoſitum.

Propoſitio CXX.

Speculum cylindricum ita diſponere, vt Iris ab eo Gnomonicè reflexa horas Aſtronomicas demonſtret.

CVdatur, limeturque affabre, ferreum ſiue æneum inſtrumentum duas habens planas ſuperficies N L Z, K L Z ad ſe inuicem ita inclinatas vt angulum N K L contineant polari ſupra Horizont. eleuationi æqualem: eius autem ſuperficies inferior N L Z inſideat (imò firmiter copuletur argenteo ferrumine, vel aliter) orbiculari planæ baſi O L I Z, quæ

deorſum eleganti quadam ſpecie deſinat in firmam atque habilem radicem G M ſaxo ad crepidinem feneſtræ,loco electo infigendam, ac mox infuſo plumbo liquefacto, gypſoue tenaci confirmandam ; vt poſtea dicetur. Superiùs verò gemini ad planum K L Z perpendiculares, velut mutuli aſſurgant L D Z, K C, qui alueolum A B hemicylindricum orichalceum geminis in D, & C tranſmiſſis cardinibus aptè libratum ac verſatilem complectantur, ſuſtineantque : ipſe verò alueolus velut capſula quædam ſeu theca exterior tornatilis ita fiat, vt ambarum baſium integri circuli A V A T, B V B T perfectiſſimè ipſius torni opere circa duo puncta immota vt E, F verſati exæquentur : vt ſit ambarum baſium axis vnus ad vtranque perpendicularis E F.

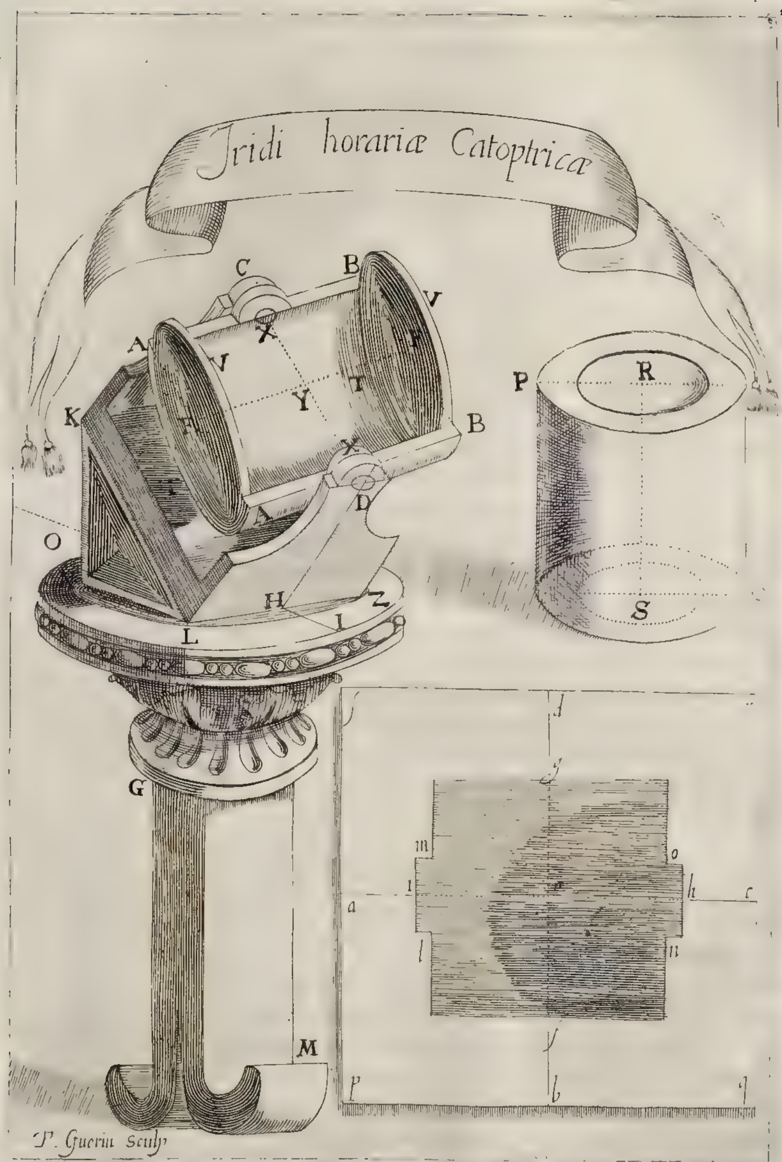
Anſulæ verò duæ in X X ex aduerſo ſeſe reſpicientes, ſic aptè perforentur, vt teretes clauuli velut cardines tranſmiſſi, & antea dictis mutulis in C ac D, pariter commiſſi, æqualiter ſint in linea recta X X ſecante ad angulos rectos in Y axem E F : interior verò theca ſpeculum cylindricum P Q (quod ſupponitur iam priùs optimè elaboratum atque expolitum) commodè capiat media ſui parte incluſum, & optimo glutino (de quo aliàs *prop.* 35 dictum eſt) firmiter ipſi copulatum ; reliqua autem media parte extans, & ſolaribus radijs expoſitum, ita tamen vt eius axis R S, cum ipſius capſulæ axe E F apprimè congruat ; quod ita demum cognoſcetur, ſi baſes Q, & P, circumferentijs A V A T, B V B T æqualiter omni ex parte reſpondeant, & coæquentur.

Inſtrumentum hoc ita conſtructum ſimulque ſpeculum cylindricum eidem, vt dictum eſt, commiſſum optato loco ſiſti poterit hoc modo, deſcriptis *per præcedentem prop.* horarum Aſtronomicarum lineis, ac notato diligentiſſimè puncto in quo Sphæræ ſeu organici Meridiani, vel alterius ad hoc opus adhibiti inſtrumenti, centrum erat ; in intimum murum ad feneſtram depacta radix G M vſque ad G, communiatur aggeſto gypſo vel infuſo plumbo : ſed priùs accuratiſſimè obſeruetur, vt punctum Y ſit præcisè in loco centri Sphæræ iam dicti ; & recta X X, ſeu D D congruat axi Æquatoris : quod quidem ſaltem proximè vero hac arte aſſequemur.

Tabella quædam orichalcea, vt *ſ p q r*, optimè explanetur, ac deinde ductis duabus rectis *a c*, *b d*, ſeſe ad angulos rectos ſecantibus in *e* ; ad menſuram capſulæ A B, tam ſecundùm diametrum A A, ſeu B B, quàm ſecundùm axem E F, ita inſecetur quadrangulari figura *g l f o*, vt per eam facilè tranſmitti poſſit æquale rectangulum parallelogrammum capſulę A B B A : ac inſuper in *l i m*, atque in *n h o*, ita interiùs reſecetur, vt ſimul cum capſula, amplecti etiam poſſit vtriuſque mutuli K C, L D Z latitudinem craſſitiemque, ad ſummitates C & D. Ita in lamina, integræ ſupererunt lineolæ quatuor *a i*, *b f*, *c h*, *d g*, huic noſtro negotio maximè neceſſariæ.

His verò peractis fila duo tenuiſſima in horologio intra ipſam cameram extendantur in hunc modum. Primò in linea Meridiana, vt dictum eſt *prop. præcedenti*, deſcripta, ad centrum horologij (quo videlicet horariæ

lineæ



Iridi horariæ Catoptricæ
C
B
V
A
X
V
F
T
Y
F
K
B
X
P
R
D
O
H
Z
L
I
S
G
d
g
m
o
i
h
c
a
l
n
f
M
p
b
q
P. Guerin sculp

lineæ omnes conueniunt) fixo clauulo filum vnum tenuissimum, vna ex parte circumligatum, ex altera etiam, alteri clauulo adalligetur, ita vt in lineam rectam distentum per styli verticem, seu vt dicebatur *propos. præcedenti* per Sphæræ centrum C, incedat: hoc namque sic dispositum filum axem Æquatoris optimè referet.

Deinde aliud simile filum pari modo distendatur; sed ita vt in plano Æquatoris existens ad angulos rectos sit illi alteri filo: erit autem in plano Æquatoris, si descripta *per 27, aut 28, vel 29 prop. l. 2, aut per 78 huius 3*, linea Æquinoctiali, figantur in ea hinc inde ad vtrasque Gnomonis partes duo clauuli sursum, vel deorsum prout opus fuerit, vt à distento inter eos filo, filum illud prius tangatur absque vi, ne scilicet à recta linea se mutuò detorqueant; sic nempe contactus vtriusque mutuus, erit in vertice Gnomonis, seu in centro Sphæræ; & anguli erunt omni ex parte inter ea recti. Hanc verò quam modò describo gemini distendendi fili operationem, in schemate ideo nunc non curaui exprimi, quia iam ea ipsa aliàs non semel, in re fere simili vsus sum, vt *proposit. 37, et 40 huius* ex quibus locis quæ de filis extendendis modò dicebam facilè intelligentur.

Filis itaque sic debitè collocatis lamina *s p q r* fulcimentis ligneis, alijsue idoneis ad tempus imponatur, ac immobilis teneatur, tali situ vt lineolæ quatuor *a i, b f, c h, d g,* duobus decussatis filis, apprimè congruant. Mox filis amotis tanquam officio suo iam perfunctis, instrumentum hoc nostrum cum capsula & speculo; radicibus vt anteà dicebatur in murum depactis, sed nondum gypso, plumboue confirmatis; sic adaptetur intra iam stabilitæ laminæ *s p q r* insecatæ vacuam capedinem, vt puncto *i* ad amussim respondeat C & puncto *h* similiter conueniat D, sic enim punctis *f,* & *g* simul congruent ambarum centra basium E & F, atque adeo in *e* seu in Sphæræ centrum cadet punctum Y: atque hic erit legitimus instrumenti speculum deferentis situs, adhuc tamen, si placet, vlteriori isto experimento certissimò comprobandus.

Amota lamina *s p q r,* disce ex horologio quodam probatissimo præsertim solari, Sole ipso clariùs lucente, momentum quo is aliquem horarium in cœlo circulum, vt horæ à media nocte 7 possidet; & eodem præcisè momento temporis, verte subtiliter cum speculo capsulam super immota recta X X donec bases ambæ A V A T, B V B T, ita sint radijs solaribus parallelæ vt neutra illustretur: tunc enim reflexa Iris vndique in priùs designatam eiusdem 7 horæ lineam æqualiter cadet, si legitimus reuera est speculi positus. Porrò idem iterum simili modo experire hora meridiei, ac tertiò etiam post meridiem hora 5, vel alia: & si quidem tribus huiusmodi temporibus speculo, vt par est, conuerso, & Sole prædictas bases minimè illustrante, Iris vndique in horariam debitam lineam optimè quadret; certissimum argumentum hoc est, speculum in situ iam debito collocatum, atque in eo nunc tandem esse confirmandum, vt ne inde emoueatur: sin minùs; accuratè inquire vbi sit error, & diligenter

emenda, nec labori parce donec ſibi cuncta, vt dictum eſt, debitè conueniant: his enim, vt decet, debitè peractis nouum habebis Catoptrico-Gnomonici hactenus quod ſciam, prorſus ignoti, ſed tamen elegantiſſimi horarij genus, quod tibi horam, vel horæ partem oſtendet, quoties ſpeculum ita verteris ſuper immota, vt ſæpiùs inſinuaui recta XX, vt à Sole baſes non illuſtrentur: tunc enim Iris in horam, vel horæ partem, quæ tunc erit, certiſſimè cadet. Cuius rei, quia demonſtratio peti facillimè poteſt *ex propoſ.* 118; hic iam non ampliùs immoror. Cylindricum itaque ſpeculum ita diſpoſuimus, vt Gnomonicè reflexa ab eodem Iris, Aſtronomicas horas demonſtret, vt erat propoſitum.

Propoſitio CXXI.

Si Speculum cylindricum ita diſponatur, vt axis eius cum Æquatoris axe conſtituat angulum minimè variandum complementi eleuationis poli ſupra Horizontem, & ita ſpeculum ipſum ſuper eodem Æquatoris axe moueatur ad motum Solis: poſsibile eſt Iride reflexa horas ab ortu, vel occaſu indicari.

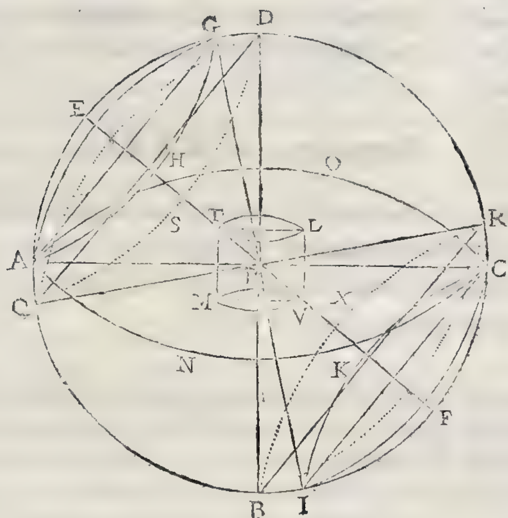
POſito Meridiano circulo A B C D, ſit Horizon A N C O circa diametrum A C, quam in centro P ſecet Æquatoris axis E F; ſic erit polaris ſupra Horizontem eleuationis angulus A P E, eiuſdem verò complementum D P E: ſint præterea duo Æquatoris paralleli A G H, C I K, quorum iſte ſit omnium ſemper latentium maximus, ille verò omnium ſemper apparentium maximus: denique ſupponantur debito modo, vt mox dicetur, deſcriptæ in aliqua ſuperficie horæ ab occaſu, vel ab ortu.

His poſitis ſi ſpeculum cylindricum, vt L M, cum axe Æquatoris E F, in punctis T & V (quibus ille vtrique baſi occurrit) aptè, & firmiter copuletur tali modo, vt axis eius cum recta D P B coincidat; ipſumque ſpeculum circa immota puncta T, V, conuertatur ad motum Solis, ita vt quolibet momento temporis ſit perpendiculare circulo cuilibet maximo parallelos A G H, C I K, tangenti in quo verſatur Sol. dico fore, vt Iris reflexa ſingulis horarum ab ortu, ſiue ab occaſu lineis integris ſuo tempore conueniat; atque eatenus horas ab ortu, vel ab occaſu demonſtret.

Tangat enim ambos parallelos A G H, C I K circulus aliquis ex ijs qui huiuſmodi horas diſtinguunt, vt Horizon A N C O, qui primam ab ortu horam inchoat, & vigeſimam quartam ab occaſu concludit, dictoſque parallelos tangit in communibus ipſorum, & Meridiani ſectionibus A & C. Luceat verò Sol in quouis eius puncto N, occiduo. Quia *per constructionem,* ſpeculi axis congruit, cum recta D P B, id eſt, vt ſupponitur, cum axe Horizontis, faciet Horizon cum ipſo ſpeculo angulos rectos; ergo *per* 91 *huius* radij

radij ex N in ſectionem ſpeculi, parallelam baſi incidentes, ſimul cum reflexis erunt in plano Horizontis; ergo Iris cadet in eam lineam quæ eſt ſectio ipſius Horizontis, & ſuperficiei horologij, & conſequenter horam 24 indicabit. Ita primæ ab ortu initium indicaret ſi radij à puncto aliquo eiuſdem Horizontis ortiuo, vt O, inciderent.

Eſt verò eadem ratio de cæteris horis, ſiquidem Sole ad alium circulum horarium promoto ſupponitur pariter promotum ſpeculum, & rectos eſſe angulos quos cum eo idem horarius facit. Poſito autem dicto motu ſpeculi circa puncta T & V ſuper Æquatoris axe E F, futuros rectos eos angulos, quos cum ſpeculo ipſo ad Solis motum pari paſſu promoto, efficient



varij ac varij ſubinde circuli huiuſmodi horarij, facilè intelliget qui (iuxta ea quæ de iſtis horarijs dicta ſunt *propoſit.* 17 *primi huius*) concipiet ipſum ab exortu Solis in O, verbi gratia, Horizontem A N C O, cum parallelis A G H, C I K, firmiter alligatum in A & C, ſimul ad motum Solis circumagi cum ipſis: ſic enim completo vnius horæ motu, eſſet Horizon in ſitu circuli horæ primæ ab ortu completæ; & poſt alterius horæ ſpatium idem Horizon eſſet in ſitu circuli ſecundæ item completæ horæ ab ortu; & ita de alijs, etiam ab occaſu, horis: & conſequenter, quia ſupponitur ſpeculum pariter ad motum Solis ſuper eodem axe E F, continuè moueri; ſemper eius axis manebit rectus ad planum Horizontis ſic promoti, ſemperque congruet cum eiuſdem axe D B: ita vt cum peruenerit Horizon eo motu, verbi gratia, in G & I puncta Meridiani A B C D; axis ipſi & ſimul ſpeculo communis D B eundem Meridianum ſecet in punctis R & Q; quia dum diametri A C extrema puncta A & C, eo motu deſcribunt paralle-

los

los A G H, C I K; extrema quoque axis D B puncta B & D alios duos parallelos circa diametros B R, Q D, deſcribunt B R X, D Q S: qui quidem ideo ſunt hic maiores, quàm ſint ipſi A G H, C I K, quia ſupponitur complementum eleuationis polaris maius quàm ipſa ſit eleuatio: eſſent enim è contrà minores, ſi illa eſſet maior: ſicut penitus eiſdem æquales forent, ſi æquale foret eleuationi ipſum complementum; vt ad latitudinem loci grad. 45.

Patet itaque ſpeculum L M, ſi conuenienti quodam artificio (de quo ſtatim dicetur) vertatur circa immota duo, vt dixi, puncta T & V, poſſe quolibet dato temporis momento, in tali ſitu conſtitui, vt angulos rectos efficiat, cum quolibet ab ortu vel occaſu horario circulo, in quo tunc fuerit Sol: atque adeo poſſe optimè Iride reflexa horas ab ortu, vel ab occaſu indicari; ſi ſpeculum cylindricum ita diſponatur, vt &c. Quod fuit demonſtrandum.

Propoſitio CXXII.

Horas ab ortu vel ab occaſu Iride reflexa indicandas in quauis propoſita interioris cameræ ſuperficie delineare: ipſumque ſpeculum cylindricum ita conuenienter diſponere, vt ad propoſitum, Iridem aptè reflectere poſsit.

HOrarum ab ortu & ab occaſu lineas in hoc Horologij Catoptrico-Gnomonici genere, non aliter deſcribi oportet, quàm in communibus radij directi horologijs: earum enim diſtinctores circuli reflexione iſta locum in Sphæra naturalem minimè amittunt, vt *ex* 121 *propoſit.* ſatis intelligitur. Quare ſuppoſito ad feneſtram puncto aliquo tanquam ſtyli vertice & Sphæræ centro vt P in figura *propoſit.* 121; & linea Horizontali *per* 5, *vel* 8 *propoſ.* 2 *huius, vel per* 61 3, circumquaque deſignata in parietibus cameræ; ſi ſub eadem Horizontali in ipſis parietum ſuperficiebus, ac etiam in pauimento, cæcis lineis deſcriptæ fuerint *per* 50 2 *huius*, horæ ab ortu atque ab occaſu; vel ſaltem duo cuiuſlibet horariæ lineæ puncta inuenta; cùm iam tertium commune omnibus punctum teneamus in ſtyli aſſumpto vertice, ſeu vt dictum eſt Sphæræ centro vt P, facillimum erit *per* 54 3 *huius* ſupra lineam Horizontalem, tum in parietum reſidua parte ſuperiore, tum in ſumma cameræ teſtudine, deſignare integras horarias lineas: quæ præter morem ſpectabili forma horologij, coronę modo velut inuicem conſertæ, vacuum relinquent ſpatium integri paralleli qui omnium ſemper apparentium maximus eſt; eum enim contingũt lineæ iſtæ horariæ, minimè ſecant. Erit verò in eo ſpatio locus egregius, quem licet vacuum lineis, peritus tamen ac induſtrius Horographus non ſinet vacuum eſſe conuenienti ornatu, quem totum ipſi permitto.

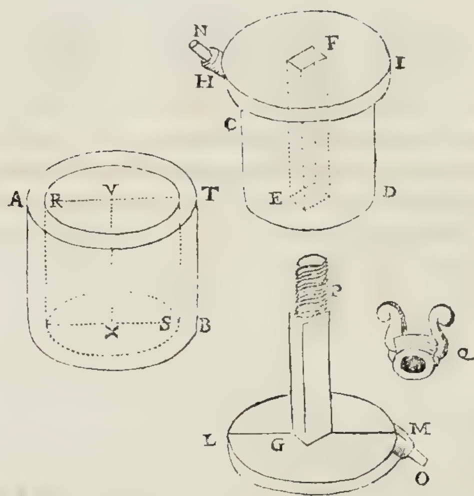
Quod verò attinet ad ſpeculi cylindrici collocandi, idoneiſque cardinibus librandi certam rationem: fiat inſtrumentum deferens ſimile ei quod *propoſ.* 120 inſtruximus: ſimile, inquam, ſed ſeruata proportione: eſt enim hoc obſeruandum diſcrimen, vt capſula ſpeculum complectens, anſulas habeat non in linea quæ cum eiuſdem axe rectos angulos facit, vt *eadem prop.* 120, eſt linea X X poſito capſulæ axe E F,: ſed eas habeat in linea, quæ cum ipſius proprio axe facit angulos complemento eleuationis poli æquales, iuxta ea quæ dicta ſunt *propoſ.* 121; vt quia ibidem, axis ſpeculi (qui idem capſulæ quoque eſſe debet) eſt D B, & poſito angulo complementi eleuationis polaris D P E, vt *eadem prop.* dicebatur, eſt E F axis Æquatoris; anſulæ conſtitui debent in ipſa E F, ad puncta T & V.

Cætera autem eodem hìc modo fiant, quo *propoſ.* 120 facta ſunt: vt videlicet baſes quidem ambas torno optimè deraſas, & perfectiſſimè exæquatas, & axem etiam habeat orichalcea capſula cum ſpeculo in ſe recepto communes: inſtrumentum verò totum ſimul cum capſula, & ſpeculo ita diſponatur, vt recta cardinum linea per anſulas incedens (ſuper qua quieſcente ſpeculum ad Solis motum pariter mouendum eſt) axi Æquatoris optimè congruat; ſic enim quolibet optato momento temporis, conuerſo ad Solem ſpeculo, dum neutram capſulæ baſim radij ſolares illuſtrent; Iris reflexa, erit in plano circuli horarij ab ortu vel ab occaſu, in quo tunc Sol extiterit; horamque vel horæ partem monſtrabit, ſicut cum proportione dictum eſt *propoſit.* 120.

Eſt tamen diligenter aduertendum, horis ſolùm ab occaſu deſeruire poſſe eam ſpeculi ſemicircumferentiam, quę eiuſdem axe (vt D B *prop.* 121) Zenith ac Nadir reſpiciente, reſpicit occaſum: oppoſitam verò (quæ ſtante eodem ſitu axis, in orientem obuerſa eſt) horis non niſi ab ortu indicandis eſſe idoneam. Quare ſic agatur vt capſula eam dimidiati ſpeculi partem integram extantem proferat, ac ſolaribus patere radijs ſinat, quæ optatis his vel illis, horis demonſtrandis vtilis eſt, reliquam verò ſeu totam ſeu fere totam occultam tenere poterit; cùm aliter fieri nequeat, ſi quidem ad modum *propoſ.* 120, explicatum, ſtruatur ipſa capſula. Sed quia nonnunquam etiam delectabit vtraſque horas vno eodemque ſpeculo Iridem reflectente dignoſcere, iſtud etiam libramenti genus commodiſſimum excogitaui, quo ſuperficiei cylindricæ nulla pars occultetur.

Speculi non ſolidi, ſed intus vacui, vt eſt A B, externa circumferentia A T B, & interior pariter cylindrica vacuitas R S, vnum habeant communem axem vt V X: eidem autem circumferentiæ exteriori conuenientes, & æquales ex orichalco baſes, torni opere aptentur L M, H I, & huic quidem ex ipſamet productus adhæreat orichalceus cylindrus C D; qui internam ſpeculi A B, cauitatem R S æqualiter totam impleat, concauus etiam ipſe; ſeu potiùs quadratulo ſecundùm axem peruius foramine E F, cui ſtylus G P pariter quadratulus ad baſim L M orthogonaliter erectus committi, & ita ſpirali, quam habet in P, ſtria, cochlidioque Q deſuper validè contorto,

torto, ſpeculum A B inter vtranque baſim L M, HI aptè diſpoſitum firmiter continere poſſit. Vtraque autem baſis optimo ferrumine copulatos proferat eminulos geminos ſtylos teretes N H, M O, ſeſe mutuò reſpicientes per lineam rectam, quæ ſpeculi axem V X ſecet ad angulos complemento eleuationis poli (vt dictum eſt ſuprà) æquales. Hi demum ſtyli, veluti cardines, mutulis inſtrumenti deferentis (qualia ſunt *propoſit.* 120, K C, L D Z) aptè perforatis committantur; eritque ſpeculum, his ita cardinibus libratum, idoneum ad horas tum ab occaſu, tum ab ortu Iride reflexa demonſtrandas; demonſtrabitque quoties, vt iam dixi, lucente Sole, ita conuenienter in illum vertetur, vt eidem neutra appareat illuſtranda baſis, ſed ambæ pariter eius radijs æquidiſtent.



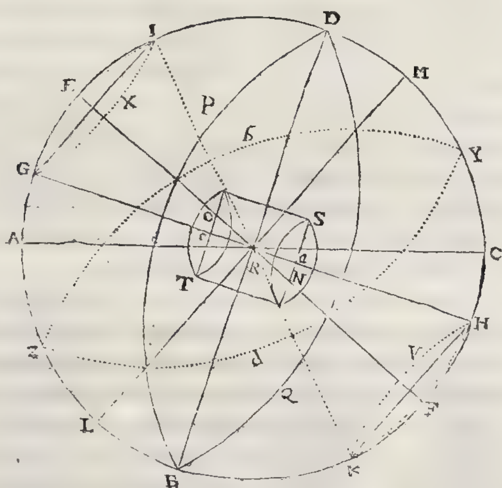
Solùm nunc ſupereſſe videtur de quo moneam, videlicet orichalceam laminam illam *ſ p q r* (cuius etiam hìc ſicut *propoſ.* 120, collocando in debito ſitu inſtrumento vſus neceſſarius eſt) ſic eſſe ſtruendam vt eius linea *a c*, quæ axem Æquatoris refert cum recta *b d* axem ſpeculi referente angulos efficiat non rectos ſed æquales complemento eleuationis poli. Sed hoc ipſum, aliaque ſimilia, quiuis ingenioſus, abſque alio verborum ambitu, vel ſchematis noua deſcriptione ex dictis facilè intelliget: quare nunc iſta ſufficiant de horarum ab ortu, atque ab occaſu delineatione; ac de modo ſpeculum diſponendi &c. quæ ſimul proponebantur.

Pro-

Propoſitio CXXIII.

Si cum Æquatoris axe angulum maximæ declinationis Zodiaci nuſquam variandum conſtituat ſpeculi cylindrici axis ; & hoc modo ſuper eodem Æquatoris axe ſpeculum ipſum moueatur, poſsibile eſt lucente Sole, ad quodlibet datum temporis momentum, Iride reflexa exprimi in horologio lineam Eclipticam ſecundùm ſitum, quem illa tunc in cœlo habet reſpectu noſtri hemiſphærij.

ESto circa centrum R circulus Meridianus aliquis ABCD, ab Æquatore ſectus in LM, & ab Horizonte in AC: recta autem EF ad LM perpendicularis, in plano eiuſdem Meridiani, ſit axis Æquatoris; atque adeo poli eiuſdem, Arcticus E, Antarcticus F, circa quos à polis Zodiaci diurno motu deſcripti ſint paralleli, ſeu circuli, vt vocant Polares, GIX,



HKV: hos verò ſpeculi ST cylindrici, axis *ce* hinc inde productus ſecet ambos vtcunque in punctis diametraliter oppoſitis, vt in G & H; ſimul conſequenter efficiens cum Æquatoris axe EF angulum 23 grad. 30 min. (quanta nunc, ex communi ſententia, eſt maxima Zodiaci declinatio) GRE ex vna parte, & HRF ex altera: ac demum ſpeculi geminæ baſes, axi Æquatoris EF occurrant in punctis N & O.

His poſitis ſi conuenienti artificio, vt poſtea dicetur, ſpeculum ST circa im-

ca immota puncta N O moueatur, donec axis eius *c e* ad angulos rectos sit circulo Eclipticæ, prout illa dato tempore erit disposita: dico fore, vt reflexa ab speculo Iris lineam eiusdem Eclipticæ in interioris cameræ superficiebus oppositis depingat secundùm eum præcisè situm, quem illa tunc in cœlo sortita fuerit.

Cùm enim *per 91 huius*, Iris tunc futura sit in plano Eclipticæ, non poterit non exprimere in horologio, verum quem illa tunc in cœlo situm habebit, respectu Horologij; hoc ipso quod exprimet veram ipsius, (ita vt est, dispositæ) & superficiei horologij sectionem communem. Exempli causa. Si stante immoto Meridiano A B C D, Sphæram totam cogitemus simul cum speculo S T super Æquatoris axe E F pariter immoto circumduci; facilè percipiemus, axe Eclipticæ simul cum *c e* speculi axe existente in G H, ipsam in D P B Q existere Eclipticam; & simul cum ea etiam Iridem reflexam. Cùm verò post horas duodecim, iterum ad eundem Meridianum, speculi axis, & Eclipticæ, vnà peruenerint in I K; ipsam in Y *b* Z *d* Eclipticam pariter cum Iride peruenisse intelligemus. & ita de quocunque alio situ, quem in cœlo eadem Ecliptica habuerit.

Cognoscemus autem quouis tempore axem *c e* cum Eclipticæ axe siue in G H, siue in I K, vel alibi existente, conuenire; hoc indicio; quòd scilicet speculi bases ambæ radijs solaribus æquidistent, ita vt neutra illustretur: quemadmodum in re simili dictum est *præcedentibus propositionibus*: ex quibus etiam peti potest quidquid necessarium est ad modum speculi tum librandi, tum in situ debito statuendi: nihil enim specialiter obseruandum hìc est, præter angulum maximæ declinationi Zodiaci æqualem, quem cum E F, vt dixi, necesse est efficiat semper & quomodocunque conuersus axis *c e*. Libretur autem speculum secundo libramenti genere exposito *in fine propositionis præcedentis*, vt toto anno Soli exponi possit, prout Sol in varijs Zodiaci Signis versabitur.

Addo operæ pretium fore (quod & de alijs in simili intelligendum est) si speculum ita conuenienter libratum moueatur continuè ad motum Solis occulto quodam rotarum artificio, sicut in vulgaribus mechanicis horologijs externus horarum index arcano intus perurgente organo, vel pondere, circumagitur: sic enim longè maior cum admiratione commoditas inerit præclarissimo operi Catoptrico: procedetque eo motu Iris, cœlestis Eclipticæ motum imitata, ac simul eiusdem in horologio lucidam imaginem secundùm eos varios situs, quos illa in cœlo continuè acquirit depingens: quod fuit nobis propositum.

Pro-

Propoſitio CXXIV.

Signorum Zodiaci gradus, qui quouis dato momento temporis in Horizonte ortiuo, occiduoque, ac in ſingulis horarijs alijſque omnis generis circulis, verſantur; Iridis Eclipticam in horologio lineam Catoptricè exprimentis indicio, diſtinctè ac ſimul inuenire.

PAradoxa videri facilè poſſint; at certè non minùs admirationis, quàm vtilitatis, atque in vſu iucunditatis habent præclara iſta aliaque ſimilia nouæ huius vranographiæ cylindrico-Gnomonicæ inuenta Catoptrica: in opere tamen non adeo magnam patiuntur difficultatem. Et quidem iſtius ſolutio problematis rem vnam tantùm ſupponit ſatis facilem videlicet conſtructum accuratè horologium ſeu Aſtrolabium conſtans omnium Sphæræ circulorum, quos *prop.* 60 *huius* enumeraui, lineis (modo quem *propoſ.* 126 dicam) deſcriptis: atque in eis diſtincta diligentiſſimè puncta parallelorum Signorum Zodiaci pro ſingulis eorum gradibus ad eum modum, quo eadem puncta in lineis horarijs à media nocte atque à meridie diſtingui iuſſi *propoſit.* 63; hoc enim ſolùm ſuppoſito ſi *per præcedentem* 123, ſic agatur vt Iris reflexa Eclipticam lineam ad datum temporis momentum in Aſtrolabio debitè exprimat; ſecabit illa pariter omnes ac ſingulas eius lineas in illis ſignorum punctis, quæ diurno motu Signiferi, ad eas tunc temporis de facto peruenerunt. Sit hoc eius rei exemplum.

Quauis hora diei licet incerta, ſpeculum cylindricum ſic *per præcedentem prop.* dirigo, vt ſolaribus radijs parallelæ exiſtant eius baſes (dirigo inquam ſpeciali ad hoc data opera, ni iam æquato ad Solis curriculum motu interni, vt dicebam, organi impulſu moderante, ſic ex ſe rectè diſpoſitum inueniatur) & ſtatim obſeruo fulgidæ Iridis cum Horizonte alijſque lineis, vt horarijs ab occaſu, horarijs à media nocte, & à meridie, domiciliorum cœleſtium &c. videoque ab ea Horizontem in parte ortiua ſecari ex ſuppoſitione ad gradum Leonis 24 cum 58 ferè minutis; lineam verò horæ 6 à media nocte ad gradum eiuſdem Leonis 12 min. 35, &c.

Quibus ita perſpectis, & diligenter notatis dico gradum Leonis 24 cum 58 ferè minutis eſſe nunc in Horizonte ortiuo, & nunc aſcendere; oppoſitum verò diametraliter gradum Aquarij 24 min. 58. eſſe nunc in Horizonte occiduo & occumbere. Præterea aſſero gradum Leonis 11 & min. 5 ad horam 11 ab occaſu perueniſſe: ad 12 verò gradum Cancri 22 min. 10: ad 13, gradum eiuſdem Cancri 6 min. 35: & ſic de alijs. Simili modo affirmo in circulo horæ 6 à media nocte verſari Leonis gradum 12 cum min. 35: in 7 autem gradum Cancri 27 min. 50 &c. eadem ratione in Horoſcopo eſſe gradum Leonis 24 cum 58 ferè min. &c.

Nec immeritò hæc omnia ita vt retuli ſic aſſero; Licet enim fulgida iſta Ecliptica nullis in ſe diſtincta ſit gradibus: attamen quia in cunctis horologij lineis cognatos ſibi gradus nacta, illorum non vt alienis ſed vt proprijs notis ac diuiſione legitimè interpungitur quaſi eos deferret ſecum motu ſuo, & ſic eos dum alienis creditos lineis attingit; ad eaſdem illos reuera tùnc perueniſſe oſtendit.

Præterea licet obſeruatio hæc, incerta (vt initio dixi) hora celebretur; ipſa tamen ſic celebrata horam non ampliùs ſinit eſſe incertam. Quia enim ex ephemeride vel aliunde ex hypotheſi iam noui Solem in gradu, verbi gratia, Cancri 6 min. ferè 35 verſari: ſimul ex Iride agnoſco horam eſſe ab occaſu 13; hoc ipſo quòd Iris in linea horæ 13 gradum hunc Cancri attingit: Item eiuſdem indicio ſimul certiſſimè agnoſco horam eſſe à media nocte 8 cum 32 circiter minutis; in quantùm cerno punctum iam dictum, quo Iris lineam horæ 13 ab occaſu ſecat; eſt inter 8 & 9 à media nocte ad 32 ferè minutum: quo etiam indicio ſeruata proportione agnoſco horam ab ortu 4 cum minutis circiter 20: & horam Inæqualem modo vulgari 3 cum minut. 12, & paulò ampliùs, qualium ſimiles horæ ſunt 60: ac demum horam Inæqualem alio modo videlicet ſecundùm gradus aſcendentis Zodiaci numeratam ſimiliter tertiam cum 12 minutis & paulò ampliùs; cum videam ſupra Horizontem aſcendiſſe iam gradus Eclipticæ 48 min. 23, totum nempe eius arcum qui comprehenditur inter ſextum Cancri gradum cum 35 min. & Leonis 24 gradum cum 58 min. quem iam in Horizonte eſſe perſpicio, vt dictum eſt.

Sed interim dum hæc pluribus ſcribo; Iris irrequieta aliò migrans nouam cœli faciem cum alijs (quæ, vtpote ex dictis iam facilia omitto) pari modo, ſi ita placuerit, obſeruandam oſtentat: imò aliam ſubinde atque aliam abſque fine exhibebit. Vnde perſpicis mi Lector quàm belle Iris hæc noſtra, verè Cœli Nuntia, vim impleat impoſiti nominis, quæ cœleſtium motuum periodos omnes, momentis ſingulis vna expreſſas lucida linea, gratiſſimo, hactenus ignoto, ſpectaculo ſub oculos ponit; licet eius admiranda ſignificata, tum ea quæ iam enumerata ſunt, tum alia ſimilia pene iunumera, doctis vltro conſpicua, cæteris futura ſint acroamatica; vt ea, in primis quæ *ſequenti propoſitione* continentur.



Pro-

Propoſitio CXXV.

Stellarum fixarum, atque etiam Planetarum non ſolùm exortus, ſed etiam loca in circulis horarum Aſtronomicarum tum diurnarum, tum nocturnarum, Iridis, vt prædictum eſt, Eclipticam exprimentis indicio inuenire.

EX dictis *propoſ.* 74 *huius*, conſtat lineas, quæ ſtellarum vel aliorum quorumcunque cœli punctorum exortus, gnomonicè indicare poſſunt, eſſe lineas Eclipticam referentes in eo ſitu, quem illa habet, dum ſtellæ ſiue alia puncta in Horizonte ortiuo exiſtunt: illic verò metuebatur, & quidem meritò, nimia linearum multitudo confuſionem in horologio paritura; ſi pro ſingulis ſtellis ſingulæ lineæ deſcriberentur. ſed nunc vnica ambulatoria linea infinitis permanentibus æquiualente negotium hoc totum fœliciùs abſoluimus; vt non ſolùm aliquarum paruo numero ſtellarum exortum, ſeu tempus exortus poſſimus agnoſcere, ſed omnium prorſus, quarum obliquos ad latitudinem propriam loci aſcenſus deſcriptos habeamus in aliqua copioſiſſima ad hoc parata tabella; parata inquam, beneficio globi cœleſtis, ſicut *prop.* 74 inſinuatum eſt.

Lucente igitur Sole, & Iride in horologio refulgente, obſeruo *per præcedentem* 124 *propoſit.* quis in linea Horizontali gradus Eclipticæ verſetur, & apparet ex ſuppoſitione gradus Virginis 7 min. 30; ad ſtellarum verò tabellam recurrens video notatum cum eo gradu exortum ſtellæ primæ magnitudinis Arcturi; vnde & dico eandem nunc ſtellam ſupra Horizontem aſcendere. Idem de alijs. Quod etiam in planetis locum habet dummodo eorum in Zodiaco locum certò cognoſcam. Exempli cauſa: ex ephemeride compertum habeo Iouem eſſe in gradu 27 ♉; agnoſco autem ex ſuppoſitione per eandem 124, exurgere eum ſigni gradum; & aſſero Iouem ſimul aſcendere. Quia enim planetæ in Ecliptica quemadmodum & Sol ipſe, verſantur: oriente Eclipticæ gradu in quo planeta quilibet exiſtit, oritur etiam ipſe pariter cum illo. Equidem non diffiteor poſſe aliquantulum in hoc negotio errorem incercedere propter latitudinem quam, vt plurimùm habent ſaltem aliquantulam cæteri præter Solem planetæ: ſed error ille non erit multùm ſenſibilis.

Præterea quemadmodum ſtellarum atque planetarum ortus reflexæ Iridis indicio comperi; ſic & inueniam locum in circulis horarijs Aſtronomicis, ſuppoſita tamen alia tabella ad hoc ſpecialiter comparata, quæ quidem globi cœleſtis adminiculo facillimè conſtruetur in hunc modum: cuiuſlibet ſtellæ in globo propoſitæ centrum, idonea ipſius globi conuerſione ſub circulo Meridiano collocetur, & globo ſic immobiliter conſiſtente, diligenter inſpiciatur, quis & cuius Signi gradus ſub eodem Meri-

diano tunc ſit: & ille eſt in tabella ſcribendus è regione nominis ipſius ſtellæ. Exemplum. Centrum ſtellæ primæ magnitudinis Aldebaran in oculo auſtrino Tauri, conuerſo globo, ad Meridianum adduco, & aduerto pariter cum ſtella ſub eodem Meridiano verſari ſimul Geminorum grad. 5 min. 29: vnde eundem gradum ſcribo in tabella è regione Aldebaran; & ita de alijs. ſed ſi vis habes ad propoſitum egregiam apud Tychon. l. 1 de noua ſtella, tabulam quæ centum ſelectarum ſtellarum Aſcenſiones rectas atque etiam declinationes ad annos completos 1600 & 1700 continet.

Cùm itaque *per præcedentem prop.* videro gradum ♊ 5 min. 29 (vt in eodem exemplo perſiſtam) in linea horæ alicuius Aſtronomicæ ſeu antemeridianæ, ſeu pomeridianæ, verſari; dicam in eadem tunc linea horaria exiſtere oculum Tauri. Quinimò ſi videro non quidem dictum ♊ grad. 5 min. 29; ſed alium ipſi diametraliter oppoſitum, videlicet gradum item 5 min. 29 ♐ in aliqua huiuſmodi horaria diurna linea exiſtentem affirmabo Aldebaran in eiuſdem horæ circulo, ſed in parte cœli oppoſita verſari. Exemplum. Si in linea horæ 10 à media nocte exiſtat grad. ♐ 5 min. 29; Aldebaran exiſtet in linea horæ item 10, ſed à meridie: & hæc quidem hora, vt patet, nocturna eſt: & ita de alijs; quamuis contingere facilè poſſit, vt in duabus horis diurnis, licet dicto modo oppoſitis exiſtant ſimul, ſtella quidem ex vna parte, ex altera verò gradus diametraliter oppoſitus ei cum quo ipſa cœlum mediat. cuius rei rationem vtpote cuilibet globi vſum intelligenti, facilè notam, omitto. Denique quod de fixis ſtellis hac in parte dictum eſt dictum quoque intelligitur de planetis. Comperto enim Iouem exempli cauſa in gradu ♊ 5 min. 29 verſari, dum *per* 124 *prop.* comperero eum gradum tertiam verbi gratia, horam à meridie attigiſſe; aſſeram ſimul Iouem eò perueniſſe; quamuis enim, vt paulò ante in re ſimili dicebam, ob eiuſdem planetę latitudinem, nonnihil erroris in hoc aliquando eſſe poſſit: non tamen erit aliquid multùm ſenſibile. Itaque ſtellarum fixarum, & planetarum tum exortus, tum loca in circulis à media nocte, vel à meridie horarijs, &c. inuenimus, vt fuit propoſitum.

Corollarium.

SI aliæ quædam duabus hìc dictis ſuo modo ſimiles tabulæ parentur, quibus oſtendatur Zodiaci gradus cum quo ſtella occidat, vel ad circulos Domorum cœleſtium, vel horarios ab ortu, & ab occaſu, aut Verticales, alioſue perueniat in propoſita loci latitudine; poterunt dicta iam arte ſtellarum loca in eiuſmodi circulis pariter inueniri: planetarum verò in ijſdem loca cognoſcentur ex eo ſolùm quòd Zodiaci gradus in quibus illi ſunt, ad eos circulos peruenerint, ſaltem proximè vero, & abſque errore ſenſibili iuxta antea dicta.

Pro-

Propositio CXXVI.

Iridi reflexam Eclipticam exprimenti accommodatas Astrolabij lineas in interioris cameræ parietibus, ac testudine describere.

ASTrolabij, Eclipticæ huic lucidæ reflexæ accommodati, lineæ describentur eodem prorſus modo quo *propoſit. 61 huius, & ſequentibus,* Aſtrolabij è Sphæra Horizontali Catoptrica deſcriptæ ſunt lineæ: excepto quod Meridiani organici axis in axe mundi vero (non autem in alio quomodocunque apparenti) collocandus eſt, ſicut *propoſit.* 78, in Sphæra Catoptrica Polari, quæ Zodiaci locum naturalem retinet. Quia enim vt *ex propoſ.* 123 conſtat; Eclipticæ circulus locum naturalem cylindrica hac reflexione non amittit; reliquas etiam lineas ſibi ad cuiuſlibet circuli naturalem ſitum accommodatas inueniat neceſſe eſt, vt conuenienter ſuorũ ab eis graduum diſtinctas, vt dictum eſt, notas recipiat: vt enim dicebam *initio propoſitionis* 124, in ſingulis huiuſmodi lineis diſtinguenda ſunt accuratiſſimè puncta, quibus eaſdem ſecant arcuum Zodiaci ad ſingulos Signorum gradus delineati paralleli: delineati, inquam, non integro lineari ductu, ſed interſectionum impreſſis notis: quod quidem ſeruata proportione fiet vt *propoſ.* 63 factitatum eſt in lineis horarijs Aſtronomicis. Eſt autem aduertendum in huius generis Aſtrolabio deſcribendas non eſſe eas lineas quas vocant Signorum, vel ſtellarum etiam aſcendentium, de quibus actum eſt *propoſit.* 69, *ac* 74: eas enim & earum quamlibet ad nutum longè elegantiùs Iris hæc noſtra exprimit, non ſolùm ad Signorum initia, ſed etiam ad ſingulos Eclipticæ gradus ac puncta, prout voluntas, aut voluptas, vel neceſſitas fuerit.

Denique hoc Aſtrolabium eſt omnium maximè naturale: nam non ſolùm integros circulos à loco naturali non remouet; ſed neque eos in ſitu naturali relictos, vllatenus inuertit contrà quàm fiat in alijs omnibus, tum Optico-Gnomonicis, tum Catoptrico-Gnomonicis plani ſpeculi Aſtrolabijs. Vnde arcus Signorum Zodiaci borealium, qui propter dictum inuerſum ſitum in Aſtrolabio è Sphæra Catoptrica Horizontali delineato, partem cameræ auſtralem occupant, & contrà; in hoc de quo modo agimus Aſtrolabio, Iridi nempe, vt dictum eſt, accommodato, partem cameræ ſimiliter borealem, auſtrialium verò Signorum arcus, auſtralem quoque partem cameræ tenebunt. Hoc itaque modo Iridi reflexam Eclipticam exprimenti accommodatum Aſtrolabium, &c. delineauimus, vt fuit propoſitum.

Corollarium.

EX dictis hactenus facilè intelligitur, quì ſit aptandum ſpeculum cylindricum, vt conuenienter procreata Iris, quoſlibet alios circulos maximos exprimat in Horologio. Nam pro circulis Verticalibus (vt rem breuiter attingam) ſic diſponendum eſt, vt moueatur ſuper immota recta, quæ ad ipſius axem perpendicularis, congruat cum axe Horizontis. Pro circulis verò Domorum cœleſtium, atque etiam Poſitionum, moueri debet ſuper immota recta, quæ ad ipſius axem perpendicularis congruat cum axe Verticalis primarij, qui ad Meridianum rectus eſt, & ita de alijs, ſi qui ſint, ſeruata proportione. Hac arte etiam confici poterit Aſtrolabium omnibus hactenus dictis, lineis conſtans, in quo tamen nullę deſcriptę ſint lineæ, ſed ſolùm varijs locis ordine quodam diſtributi appareant numeri cum notulis punctorum, quibus ſuo tempore coaptata Iris vicem gerat omnium linearum, quod quidem ſupra quàm credi poſſit mirabile eſt; præſertim ſi artificio quodam idoneo (quod non eſt admodum difficile) ſpeculum libretur, vt ad varias diuerſi generis circulorum diſpoſitiones ſubinde ex ſupradictis accommodatum aptè procreet reflexam Iridem, ſingulis in ſuo genere conuenientem.

Propoſitio CXXVII.

Specula in opus horographiæ Catoptrico-Gnomonicæ neceſſaria & idonea comparare.

SPecula ſiue plana, ſiue cylindrica ſiue alia, huic parti horographiæ quomodocunque vtilia, optimè fierent è purgatiſſimo chalybe; vel fuſilia, è cupro, ſtanno, regulo antimonij, argento, &c. debitè temperatis confecta (vide optimas, & varias mixturas apud Niceronem noſtrum, & apud Ioan. Bapt. Port. *l.* 4.*cap.* 19.) dummodo perfectè polita: perfectè dico, non tantùm quoad læuorem, & fulgorem ſplendentem, ſed præcipuè quoad ſuperficiei planæ, vel alterius requiſitæ æquabilitatem. eſſent, inquam, huiuſmodi ſpecula optima, quia cùm non ſint diaphana, ſeu luci vllatenus peruia, vnicam in extima fulgida ſuperficie reflexionem efficiunt, & ſic vno tantùm emiſſo radio vnici in cœlo Solis vnicum in horario vicarium Solem exhibent.

At ſpecula cryſtallina pellucida, propter multiplicem in vtraque ſimul ſuperficie, ſuperiori videlicet & inferiori, factam reflexionem geminos pariunt Soles (imò nonnunquam ſenos, ac ſeptenos octonoſque) minimè concordes; atque ita pulcherrimum egregij horoſcopi cœli chorum, multiuago incerto chorago perturbant. Sed huic ſanè malo remedium quod-

dam

dam esset si cryſtallini ſpeculi plani craſſities & valde exigua eſſet, & ita æqualis, vt ambæ ſibimet ſuperficies æquidiſtarent. Attamen non facilè talia inueniuntur ſpecula, quæ nullam habeant craſſitudinis inæqualitatem (licet aliàs inueniantur quæ ſatis tenuia ſint) hæc verò quantulacunque ſit, licet etiam ſenſu minimè perceptilis, ſenſibilem tamen defectum generat, iaciens radios huc illuc diuaricatos, imò licet tali cuidam ſpeculo, craſſitudo mathematicè per omnia foret æqualis; tamen illud quoque reflexos radios ſaltem duos vtraque videlicet reflectente ſuperficie emitteret qui non prorſus in vnum conuenirent ſaltem quando exigua eſſet Solis ſupra ipſum ſpeculum eleuatio; & quando vt dixi craſſities ipſa cryſtalli eſt vtcunque notabilis.

Sed longè deterius aliud eſt ſpeculo chalybeo, vel etiam fuſili vitium: vtrique enim ſolo humidulæ auræ appulſu fulgor hebetatur; quin & rubigineus, ſiue ærugineus leuiſſimæ aquæ aſperſione ſqualor inducitur: & ſic quidem vel omnis prorſus adimitur, vel ferè omnis vis reflectendi. Eſt verò perdifficile ſpecula huiuſmodi in opere Gnomonico ſaltem permagno, & celebri, non minùs iniurijs aëris quàm Soli expoſita, ab imbribus, & rore ſemper tutari (quamuis defenſaculum aliquod appoſuerim *prop. 35*) repolire autem adhibita identidem nitella, ſummè moleſtum. Quare ſatius longè eſt cryſtallino vti ſpeculo. quod licet craſſa quadam ex aëris humore ac puluere contracta illuuie nonnihil aliquando ſordere videatur, leuiſſimo tamen linteoli affrictu ſtatim niteſcit.

Neque verò quod paulò antè commemoraui de multiplici ancipiti reflexione quicquam officit: nam ſi forſan tale non ſuppetit ſpeculum tenue, cuius etiam inuicem perfectè æquidiſtent ambæ planæ ſuperficies; alteri ex eis, fulgor eradatur minutiſſimæ frictu arenæ ſupra ferreum quoddam, vel aliud eiuſmodi, ſolidum planum: ſic enim altera ſola fulgens, & Soli obuerſa ſuperficies, vnica ſimplici reflexione, vnicum horario dabit ſplendentem fideliſſimum indicem radium reflexum: & iſto modo hæc inſuper nobis parabitur commoditas, quòd videlicet inferior illa ſic exeſa, quamuis aliàs debitè leuigata ſed non fulgida ſpeculi ſuperficies glutino & fulcro, *de quibus propoſ. 35*, firmiùs inhæreſcet.

Nihilominus res erit aſpectui gratiſſima, ſi ſpecula ſua plana Catoptrice noſtra Horaria ſic elaboret, vt ea quidem ſuperficies quæ Soli expoſita eſt, plana ſit; altera verò conuexitatem habeat magnæ ſphæræ, & ſit perfectè expolita fulgidaque eo modo quo optimorum teleſcopiorum conuexæ lentes poliuntur: deinceps autem in eadem conuexa ſuperficie exaratis acuto adamante lineis fingat Solis ſpecimen radijs circumundique diffuſis (vt Sol à pictoribus communiter exprimi ſolet) ita vt quod reliquum fuerit eiuſdem ſuperficiei (vt dicitur fundum) eadem adamantis cuſpide ſubtiliter deradat, ne lucem ea parte ampliùs reflectat: id verò totum quod pellucidum eſt, & Solis fictam imaginem gerit, obducto hydrargiro, ſtanneaque bractea terminet; lens enim huiuſmodi cryſtal-

lina parato loculamento, vt *prop.* 35 dictum est, reposita radium orbicularem candidum superficie superiori plana reflectet; inferiori autem (vt dictum est conuexa, sed quæ eo situ vice speculi concaui fungitur) reflectet crinitam splendidissimam Solis effigiem: quodque pulchrius erit visu, auratas vndantis comæ euibrationes exprimet, si aureo saturo colore flaueat crystallus; cùm enim lux colorem imbibat crystalli, quam penetrauerit; flauum induet lux, ab ima huius speculi superficie reflexa quæ crystallum, vt supponitur, flauam traiectu iterato penetrat; nempe dum incidit, & dum reflectitur. Cylindros suos Catoptrice Horaria crystallinos similiter efficiat, vel solidos, vel si voluerit concauos vt in figura *propositionis* 120 ostenditur; superficie tamen interiori exesa (vt de speculo plano paulò antè dictum est) est enim longè difficilius cylindricas duas superficies interiorem videlicet, & exteriorem æquidistantes, & circa eundem axem perfectas deducere & expolire. Demum ne quid in hac perspectiuæ Horariæ parte desiderari possit; crystallina quælibet specula tum ad suos, tum ad Catoptrices vsus expoliet libro sequenti Dioptrice.

FINIS TERTII LIBRI.



DIOPTRICE HORARIA

Siue

HOROGRAPHIAE GNOMONICAE

LIBER QVARTVS.

In quo primùm è principijs physicis eruuntur refractionum causæ ac mensuræ: deinde verò, explicatis ijs quæ pertinent ad theoriam horographiæ Dioptrico-Gnomonicæ, practica traduntur præcepta gnomonicè delineandi in plana, vel alia superficie circulos Sphæræ tali modo, vt radio refracto in aqua, vel crystallo, vel vtraque simul ostendant Solis in cœlo motum horarium, diurnum, menstruum, annuum. Ac denique methodus traditur perfectè elaborandi atque expoliendi non solùm quælibet in vsus Gnomonicos tum Catoptricos, tum Dioptricos specula crystallina; sed etiam lentes ad quæuis longissimi tubi Astronomica, aliaque minora Telescopia, quin & ad Microscopia.

PRAEFATIO.



Res facio quarti huius libri partes. Prima parte refractionum physicas causas inquiro tum eas quæ ex parte lucis refractæ sunt, tum eas quæ ex parte diaphani refringentis: causis verò huiusmodi feliciter (saluo meliori iudicio) inuentis, refractiones ipsas metior primùm geometricè, & ex hoc arithmeticè; ac mox organicè. Sed quia non in promptu res erat; necesse fuit à primis principijs reuoluere totum lucis negotium, directæ inquam, & reflexæ lucis, quemadmodum refractæ;

fractæ; & accuratè inspicere quid quisque hac in parte sentiret; ac postmodum attentis cuiusque fundamentis, diligenter inquirere quid veri, quid falsi, quid certi, quid dubij singulis inesset.

Primò itaque post solitas definitiones, & postulata; propositiones octo, quas ex illis potui elicere, in fronte pono. Refero deinde tribus sequentibus placita varia Autorum de luce tum directa, tum reflexa, ac refracta. 3 à prop. 12 vsque ad 25, eadem placita in examen adduco. 4 veram sententiam non tam ex aliarum ruinis; quàm è firmis priùs iactis fundamentis excito, ac explico à prop. 26 ad 33. 5 refractiones quascunque metior geometricè prop. 34; & exinde vsque ad 44 rationem reddo præcipuorum phænomenon, quæ in luce refracta, quin & reflexa, directaqua, difficultatem habent maiorem: causas verò reflexionum physicas hìc non attingo vtpote satis, vt videtur, expositas lib. 3 ad 3 postul. 6 refractionum tabulas ex præcedentibus demonstrationibus supputo prop. 45. Ac demum tribus sequentibus organum refractorium paro; eiusque ope tabulas refractionum quarumcunque iterum construo.

Secunda parte à prop. 49 ad 69 vniuersæ Gnomonices diopticæ leges tum theoreticas tum practicas complector.

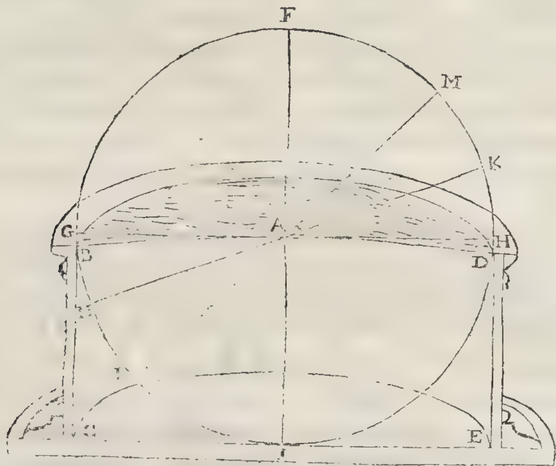
Tertia demum parte à prop. 70 vsque ad finem libri, in vsus tum Gnomonices istius Catoptricæ vel Dioptricæ, tum præcipuè Astronomiæ ad telescopia, & alia similia; modum trado, & artem, factis quamplurimis (vt iam non pauci norunt) à me ipso experimentis certissimam debitè formandi, & salua figura legitimè poliendi crystallinas quaslibet lentes seu planas seu conuexas aut concauas, nempe sphæricas (quales hactenus puto solas in vsu fuisse) ad quamcunque optatam diametrum: addo (nondum quidem expertus, sed ex alijs optimè animaduertens rem esse indubitatam) hyperbolicas, atque etiam ellipticas ad eam cuiusuis magnitudinis tum hyperbolen tum ellipsin, quæ spectata quantitate refractionis è crystallo in aerem idonea est ad propositum.

Defi-

Definitiones.

Definitiones ad iſtam partem neceſſarias facillimè explicabo in hac figura & quidem longè commodius, atque ad captum Tyronis accommodatiùs quàm in abſtracto.

Sit B E vas aqua plenum, ſed diſſectum; & in aquæ tumida ſuperficie (vt propter globoſam, quam habet, figuram neceſſariò nonnihil tumida eſt) punctum aliquod A ſit centrum Sphæræ; cuius circulus aliquis maximus, vt Meridianus, aquam ſecans in B A D, ſit F G I H; ac ſub eo vſque ad aquæ ſuperficiem, ſeu vſque ad communem dictam ſectionem B A D, ſolus aer, ſiue æther contineatur. Linea diametri G H, tangens aquæ ſuperficiem in A, ſit Horizontis & Meridiani ſectio communis. Recta autem F I per idem A incedens, & ad G H perpendicularis, ſit communis ſectio eiuſdem Meridiani, & circuli Verticalis.



1 Radius lucis ex vno in aliud diuerſæ denſitatis, aut raritatis diaphanum propagatæ frangitur; id eſt incuruatur, ſeu flectitur in occurſu ſuperficiei ſecundi diaphani. itaque *Refractio eſt radij per duo diuerſa diaphana propagati incuruatio in puncto, quo is ex vno in aliud tranſit*: vt ſi radius ex K incidat in A, non penetrabit aquam per lineam A N, quæ in vnam cum K A rectam conueniat; ſed frangetur in A, & aquam ſubibit per aliam lineam vt A L, quæ cum K A angulum in A efficiat K A L. Inſuper tamen *refractio vocabitur* (ad diſcrimen, vt ſcilicet a reflexione diſtinguatur) *radij intra idem diaphanum propagatio per duas rectas, quæ in aliquo puncto incidentiæ, angulos cum axe incidentiæ faciant inæquales*;

2 *Ra-*

2 *Radius K A, & quicunque alius ferit ſecundum diaphanum, dicetur Incidens, eiuſque linea erit linea incidentiæ.*

3 *Ita A L Refractus dicetur; & linea eius erit linea refractionis:* quamuis potius (ſeruata vocis proprietate) *totalis ex K A, & A L conſtans, radius refractus dici deberet.*

4 *Et A punctum refractionis, idemque incidentiæ.*

5 *Axis incidentiæ eſt in primo diaphano recta ad ſuperficiem refringentem perpendicularis in puncto incidentiæ erecta; vt F A. Axis verò refractionis eſt eadem, ſed vt intra ſecundum diaphanum producta; veluti A I.*

6 *Superficies refractionis ea eſt, in qua ſimul ſunt radius incidens vt K A; & refractus vt A L; qualis eſt ſuperficies circuli F G I H.*

7 *Angulus inclinationis inter lineam incidentiæ, & axem incidentiæ comprehenditur, vt K A F.*

8 *Angulus refractus, linea refracta, & axe refractionis continetur, vt eſt I A L.*

9 *Angulus refractionis eſt inter lineam refractam, & lineam incidentiæ, intra ſecundum diaphanum productam, vt angulus L A N.*

Cæterùm quando per plura, quàm per duo, diaphana vtcunque diuerſa propagabitur radius, erit refractio compoſita, & tunc dicetur ad diſtinctionem, prima inclinatio in primo diaphano; & prima refractio; itemque ſecunda inclinatio in ſecundo diaphano: in tertio autem ſecunda refractio, ſimulque (ſi opus eſt) tertia, reſpectu quarti diaphani inclinatio. & ita de alijs.

10 *Refractio ad perpendicularem eſt radij ad perpendicularem in puncto refractionis erectam conuergentis incuruatio.* Vnde radius A L refractus ex incidente K A, dicitur ad perpendicularem A I frangi; quia ad ipſam à puncto refractionis A conuergit; angulus enim refractus I A L minor eſt angulo inclinationis F A K. è contrà verò, *Refracto à perpendiculari, eſt radij ab eadem perpendiculari diuergentis incuruatio:* vt radius L A ſi iam pro incidente ſumatur, idemque ex aqua penetrans in aërem in puncto A frangatur, & inde in K dirigatur; dicetur frangi à perpendiculari; quia à perpendiculari A F diuergit; quatenus angulus (qui tunc erit refractus) F A K, maior eſt angulo, qui erit inclinationis I A L.

11 *Gnomon dioptricus ſeruata proportione; vt Catoptricus &c. eſt recta à puncto refractionis ad horologij ſuperficiem ducta:* vt A I poſito quòd horologium eſſet in fundo vaſis repræſentato per rectam C I E: communiùs tamen hanc vocem ſumam pro puncto A, ex quo refractè emittitur radius.

12 Sphæra Dioptrica ex dictis *propoſit. tum 17, tum 18 primi huius*, eſt Sphæra ex refractione apparens. Cuius ſpecies variæ ſunt ſecundùm diuerſitatem tum ſitus, tum figuræ ſuperficiei refringentis; atque etiam ſecundùm diuerſam proportionem denſitatis, ac raritatis primi & ſecundi diaphani. Sed differentiæ illæ, quæ ex ſitu petuntur, ſunt veluti eſſentiales: reliquæ verò ſunt potius accidentales. Situs quem dixi ſuperficiei

refrin-

refringentis, ille intelligitur, secundùm quem axis incidentiæ, ac refractionis coincidit in Sphæra cum axe circuli alicuius maximi, vt Horizontis, Verticalis, Æquinoctialis, &c. ita vt ab eo circulo, seu ab respectu ad eum circulum dicenda sit Sphæra Dioptrica Horizontalis, Verticalis, Æquinoctialis, &c. Posito autem quòd ille circulus sit *iuxta proposit.* 8 *&* 9 *primi huius* inclinatus vel declinans, &c. Sphæra diceretur declinans, vel inclinata, &c. Hic itaque, quia F I perpendicularis ad aquæ superficiem in puncto refractionis erecta, congruit cum axe Horizontis; est hac hypothesi, Sphæra dioptrica Horizontalis, in aqua ex aere.

Postulata.

1. *Lucis quemadmodum incidentis, ita refractæ, rectæ sunt lineæ.*

Id experimento facilè comprobabitur; si intra vas quoddam medio in aere tria notabiliter ab inuicem dissita puncta (verbi gratia trium stylorum cuspides) sic disponuntur, vt recta per ea, visualis incedat linea; ac deinde vas ipsum aqua oppleatur donec ea puncta mergantur; tunc enim vt priùs in eadem recta lineâ sub aquis conspicientur: quod esset impossibile, si pars lineæ visualis quæ sub aquis est, curua esset; est autem eadem ratio de linea lucis, quæ de linea visua.

2 *Superficies refractionis est ad superficiem diaphani refringentis recta.*

Probabitur facilè argumento adducto *lib.* 3 *pro* 2 *postul.* Est enim eius vtrobique vis eadem. Vitellio *lib.* 10 *proposit.* 2, id vult demonstrare per primam, in qua putauit se demonstrasse lineam incidentiæ, & refractam esse in eodem plano simul cum perpendiculari erecta in puncto refractionis: sed in hoc ipso, paralogismum habet similem ei quem *lib.* 5 *prop.* 25 eum habere notaui *lib.* 3 *ad* 2 *postul.*

3 *Lux perpendiculariter ex vno diaphano incidens in aliud quodcunque, non refringitur vllatenus saltem sensibiliter: obliquè autem incidens è raro in densum refringitur ad perpendicularem; at è denso in rarum à perpendiculari.*

4 *Angulus ad perpendicularem refractus eò minor est, & è contrà refractus à perpendiculari eò maior; quò in pari inclinationis angulo, maior est inter vtrunque diaphanum differentia, secundùm raritatem ac densitatem.*

5 *Maiori angulo inclinationis in pari diaphanorum differentia maior angulus refractus respondet.*

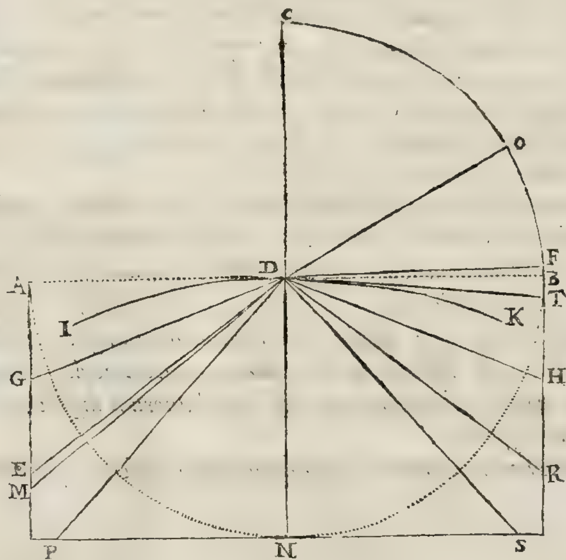
6 *Gnomonis Dioptrici vertex in horologio solari censetur esse in centro Sphæræ solaris.*

Propositio I.

Si duo se inuicem contingant diaphana, alterum rarum, alterum densum, vtrunque planum; & radius in raro per lineam denso contiguam, aut vice versa, progredi incipiat; per eandem cœptum iter prosequetur, nec patietur refractionem.

SVmo hìc, & deinceps sumam radium, non vt quid mathematicum, & abstractum; sed vt quid physicum (sicut re vera est) cum ea, qua naturaliter spoliari non posset, latitudine: neque enim puto res physicas modo purè geometrico posse tractari; radium tamen ita sumptum ad Geometriæ leges accommodare conabor pro viribus, quantùm scilicet ipse accommodari se permiserit; fortè enim non in omnibus permittet, præsertim in ijs quæ Geometria supponit indiuisibilibus siue punctis, siue lineis.

Nunc itaque sit rarum, vt aër, supra rectam A B; & sub eadem A B densum vt crystallus plana, aëri pariter complanato contigua; & in communi vtriusque contactu sit ipsa A B: in aëre autem radius physicus per line-



am physicam, æqualis cum ipso latitudinis, & crystallo contiguam (quam si placet vocemus A B in aere) progredi incipiat à B in D punctum eiusdem. Dico fore, vt is radius per ipsammet B A in aere, vltra D versùs A indeflexo tramite pergat, absque eo quòd refractionem vllam patiatur, seu in

in cryſtallum refractè ingredi cogatur. Quia enim in toto, per dictam B A, progreſſu nulla occurrit noui medij denſitas, aut raritas diuerſa; nulla fieri poteſt refractio eius radij, qui per AB progredi cœperit, niſi fortè præter occurſum diuerſi diaphani, alia ſit cauſa refractionis, ſed eam tamen nondum nouimus; adeoque dicendum eſt radium in facta hypotheſi nullam pati refractionem, ac proinde neque in cryſtallum vllatenus ingredi; cùm hoc fieri non poſſit, niſi deflectendo à recta B A in aere: idem autem ob rationis paritatem dici debet de radio, qui ſimiliter per aliam AB in denſo progredi cœperit: igitur &c.

Corollarium 1.

ERgo ſi alterum ex dictis diaphanis ſit conuexum vt KDI denſum, linea verò A B in raro, tangat ipſum denſum in D; radius per eandem A B propagatus non frangetur in D: linea enim A B, vt ſupponitur, eſt in raro; nec poteſt eſſe in denſo etiam ratione puncti contactus D; alioqui denſum eſſet intra rarum, illudque penetraret ſaltem in D; & ſic non eſſet contactus ſed penetratio: ergo radius per A B propagatus non offendit in D diuerſum medium: ergo non eſt cur refringatur.

Corollarium 2.

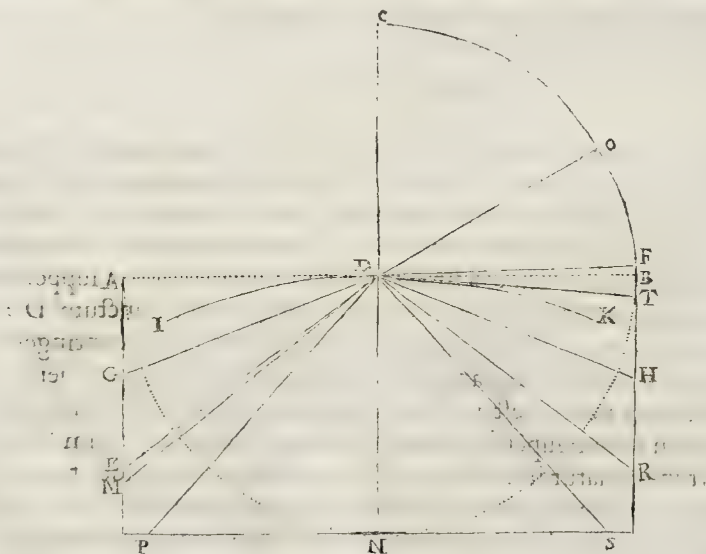
ERgo vt radius ex vno diaphano in aliud ingrediatur, neceſſe eſt illum in primo progredi per lineam inclinatam ad ſecundum; ſiue (quod in idem recidit) per lineam inclinatam ad planum contingens, ſi fortè ſecundi diaphani ſuperficies ſit conuexa: vt ſi radius in aquam, ſiue cryſtallum, cuius ſuperficies conuexa ſit K D I, è raro illam ambiente ſupponatur ingredi per aliquod in eiuſdem conuexitate aſſignatum punctum D; & hinc intra eiuſdem profunditatem progredi; poſito plano contingente repræſentato à recta B D A, tanquam à communi eius, & ſuperficiei refractionis ſectione; neceſſe eſt vt idem radius inciderit in D, per lineam aliquam, quæ in eadem ſuperficie refractionis angulum efficiat cum B D; & quidem vt ingrediatur irrefractè per D N, neceſſe eſt vt inciderit perpendiculariter per C D; vt autem refractè, verbi gratia, per D M, neceſſe eſt vt inciderit per aliquam inclinatam, vt F D, inter B D, & C D contentam.

Vnde etiam conſtat ad refractionem quæ fiat in puncto D non ſufficere angulum, quem aliqui vocant maximę inclinationis; ſi per hoc intelligant angulum rectum, quem ad punctum D radius faciat cum axe incidentiæ C D: ſi enim radius facit in D cum C D angulum rectum C D B; non poteſt ad idem D facere cum B D angulum vllum: quia tunc linea ipſius radij congruit cum B D, alioqui ad idem D duæ caderent perpendiculares eidem C D.

Propositio II.

Si in duobus diaphanis duæ sint lineæ ad communem contactus ipsorum superficiem, angulum pariter facientes in puncto refractionis; & lux priùs per vnam incidens refringatur per aliam; vicissim, si reuersè per posteriorem incidat, refringetur per priorem.

Sit rarum supra rectam A B, & sub eadem sit densum; ita vt se ambo contingant; & sit A B in superficie communis contactus; & duæ rectæ O D in raro, D P in denso, faciant in quouis ipsius A B puncto D angulum quendam ad A B hinc O D B, inde P D A; lux verò incidens per O D in raro, supponatur refringi ad perpend. per D P in denso. Dico fore, vt reuersè si lux incidat per D P in denso, refringatur per D O à perpendic. in raro.



Quia enim *per 4 postul.* eò minor est angulus ad perpendic. refractus; & è contrà eò maior refractus à perpend. quò in pari inclinationis angulo maior est inter vtrunque diaphanum differentia, secundùm raritatem, ac densitatem; sequitur in reciproco lucis progressu, in quo non nisi vna est differentia diaphanorum (vtpote in quo sunt eadem diaphana) vnam esse & eandem dictorum angulorum ad ipsa diaphana rationem reciprocè: ita videlicet, vt quia ex hypothesi in hac differentia diaphanorum, angulo incli-

inclinationis C D O in raro, reſpondet in denſo angulus ad perpendic. refractus N D P ; huic eidem ſi reuersè is fiat angulus inclinationis in denſo ; reſpondere debeat in raro angulus à perpend. refractus C D O, idem qui priùs erat inclinationis : ſi enim reſponderet maior aut minor non eſſet eadem proportio huius anguli inclinationis in raro, & huius refracti in denſo ad hanc raritatem & denſitatem, quæ eſt huius anguli inclinationis in denſo, & alterius refracti in raro ad hanc eandem raritatem, & denſitatem.

Conſonat experientia cuique facilis hoc modo. ſit rarum aer, denſum cryſtallus ; & inſtrumentum aliquod ita diſponatur, vt illi vna ex parte firmum emineat in O pinnacidium ; ex altera verò immobiliter quoque adhæreat copulata cryſtallus : tum ſi oculus, directa ex O per D acie trans cryſtallum cernat inſigne in eiuſdem ſuperficie punctum aliquod P ; idem oculus in P collocatus, ſiue ex altero pinnacidio in P collocato reſpiciens cernet per D, pinnacidium O : vnde clarè patet per vtranque lineam viſualem O D, & D P reciprocam eſſe ſpecierum viſus propagationem ex aere in cryſtallum; & è cryſtallo rurſus in aerem. Idem autem conſequenter, aut ſanè à pari dici debet de radio lucis hac in parte, quod de viſiuo. Præterea verò quod in lineis O D, D P, oſtentum eſt ; æquè facilè oſtendi poteſt in alijs quibuſcunque angulum, vt dictum eſt, cum A B facientibus. Igitur &c.

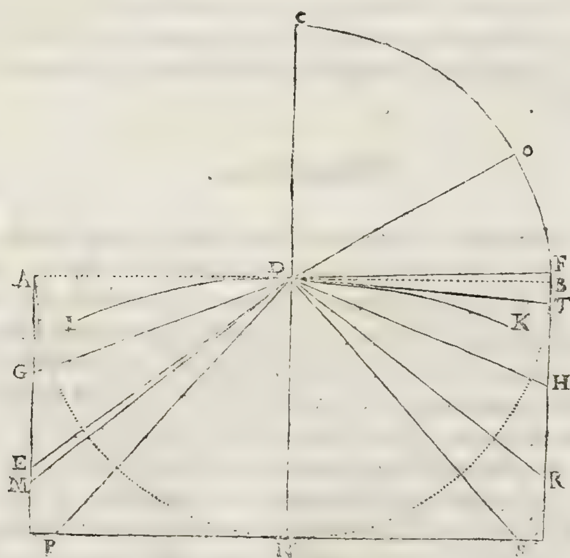
Monitum.

OTioſa videri poſſet iſta propoſitio recolenti peruulgatum illud, lucis intrantis, & exeuntis idem eſt iter, ſicut Pariſijs Romam,& Roma Pariſios ; & putanti id eſſe vniuerſaliter recipiendum, ſed non otiosè addidi in propoſitione iſtas particulas,facientes pariter angulum &c. quandoquidem ſine hac limitatione tam propoſitio, quàm vulgare illud dictum falſa eſſe conuincentur, ſi verum eſt ex quadam inclinatione in denſo radium aliquem, vt E D, vel alium inter M D, & E D, ſic refringi ; vt intra rarum quidem,ſed per lineam denſo contiguam, angulo refracto recto C D B progrediatur per D B : nam, vt oſtendi *propoſitione præcedenti,* lux per B D in raro, ingreſſa non poteſt refringi ſeu per D E ſeu per aliam quamcunque in denſo ; & ita quamuis lucis iter eſſet ab E per D, in B ; non tamen è conuerſo à B per D in E,adeoque non idem intrantis,& exeuntis iter. Quid autem ſentiendum ſit de prædicti radij E D aut ſimilis refractione per D B in raro,dicam *tum 2 coroll. prop. ſequ. tum præcipuè prop. 38,* cùm eius rei phyſicam rationem aperiam.

Propositio III.

Quacunque facta diuersorum diaphanorum combinatione, quamuis in raro nullus sit inclinationis angulus, quo incidens radius non refringatur in denso; necessariò tamen aliquis in denso est inclinationis angulus, quo incidens radius non refringitur in raro, sed in ipsomet denso, ex quo incidit.

RETenta eadem dispositione quæ suprà, vt quod propositum est, demonstrem, sumo radium vt dixi physicum latitudine quadam assignata præditum, qui ex aere ita incidat in crystallum, vt latus eius inferius, seu linea lateris F D, *iuxta 2 coroll. prop.* 1, efficiat cum recta B D angulum B D F; quem quidem volo ita esse acutum, seu interuallum B F in quadrante B F C, ita esse exiguum, vt inter B & F non supersit locus nisi



minor latitudine prædicti radij, vel non nisi æqualis illi; nempe ad summum pro vno alio simili seu æqualis latitudinis radio. Hic itaque radius secundùm lineam F D (cui, vt dixi, latus eius inferius congruit) angulo inclinationis C D F incidens, refringatur angulo ad perpendicularem refracto N D M; ita vt istius refracti radij latus dextrum congruat, cum recta D M; eiusdem verò latitudo porrigatur ad sinistram versùs A D: sic autem angulus N D M, ob naturam refractionis erit necessariò minor angulo

gulo

gulo inclinationis C D F ; & conſequenter complementum eius erit maius, quàm iſtius, id eſt, M D A quàm B D F.

His poſitis dico, & ſi nullus ſit in aere angulus inclinationis ſeu minor, ſeu maior quàm C D F (ſecluſo ſanè angulo recto C D B, quem aliqui perperam vocant angulum maximæ inclinationis ; perperam, inquam, cùm nulla eſſe vel dici poſſit inclinatio lineæ ad planum in quo illa eſt, vel cui æquidiſtat) quo incidens in cryſtallum radius non refringatur in eadem : attamen in cryſtallo aſſignari poſſe angulum inclinationis maiorem quàm N D M, quo licet incidat in aerem radius, in illo tamen non refringatur ; ſed ſi refringitur, refringatur in cryſtallo ; ita vt refractè non per aerem, ſed per cryſtallum progrediatur.

Quia enim *per præcedentem* ſicut incidens F D refringitur ad perpend. per D M ; ita viciſſim incidens M D refringitur per D F à perpendiculari : ſi aliqua recta E D ſumatur ita proxima ipſi M D verſùs A D, vt angulus M D E non ſit minor quàm F D B ; ipſi verò E D congruat latus dextrum alicuius radij, cuius latitudo verſùs A D porrecta, ſit talis vt quamuis in refractione latitudo radij minuatur, tamen refracto iſtius ſuperſit latitudo non minor quàm ſit interuallum ſupra aſſumptum F B. Si inquam radius iſte E D refringi poteſt in raro ; refractus eius neceſſariò incedet inter F & B : nam inter C & F non poteſt, quia *per 5 poſtul.* angulo inclinationis N D E maiori, quàm ſit N D M, debetur angulus à perpend. refractus maior quàm ſit C D F : ſed neque poterit dictus ex incidente E D refractus, incedere inter F & B ; quaſi totus ſit in raro, & latus eius inferiùs congruat cum D B. Quia enim anguli refracti in raro, creſcunt maioribus incrementis, quàm creſcant anguli inclinationum in denſo, vt fert natura refractionum ; maior neceſſariò eſſe debet proportio anguli huius refracti (quiſquis ille ſit) ad angulum inclinationis ſibi reſpondentem N D E ; quàm ſit anguli C D F ad N D M : ergo radius ille refractus incedens inter F & B debet relinquere aliquod ſpatium inter ſe & F : alioqui dictorum angulorum incrementa eſſent ſaltem æqualia : quia *per conſtructionem* M D E angulus non eſt minor, quàm F D B. At radius ille refractus latitudinem, vt ſuppoſui, habens æqualem interuallo F B, ac proinde illud totum ſe ſolo implens ; non poteſt ita inter B, & F totus incedere ; vt partem aliquam eiuſdem interualli relinquat veluti vacuam inter ſe & F : alioqui latitudinem haberet minorem interuallo F B contra hypotheſim. Ergo quia nihilominus ex vi prædicti incrementi maioris, partem aliquam dicti interualli F B relinquere debet ; cogetur aliqua ſaltem ſuæ latitudinis parte citra B refluere verſùs T ; atque adeo iterum ingredi cryſtallum. Ergo radio incidenti E D reſpondens refractus, aliqua ſaltem ſui parte in cryſtallo eſt.

Et quia quod iſti accidit, accidit etiam à fortiori radio G D, alijſque incidentibus angulo maiori, quàm ſit N D E ; ſequitur eos omnes, omnes inquam non ſolùm ſenſibiles, vel determinata latitudine, vt dicebam, prædi-

ditos,

ditos, ſed etiam quoſcunque inſenſibiles, & quantumlibet tenuiſſimos, vtpote neceſſariò in ipſis ſenſibilibus &c. contentos,non refringi vllatenus in aere. Et quia nihilominus non eſt cur omnino pereant, & extinguantur; ſequitur eos omnino ac totaliter in cryſtallum regredi; & conſequenter in eadem refringi ſiue totaliter ſiue partialiter: de quo dicetur *prop. 6*, & 41. Igitur quacunque facta diuerſorum diaphanorum &c. quod fuit &c.

Corollarium 1.

IN hoc genere refractionis angulus refractus eſt maior recto: ſi enim GD incidat, & refringatur in DT; cùm ſit COB quadrans, & COT ſit maior quàm COB; erit COT circumferentia maior quadrante: & quia CD eſt axis refractionis; erit CDT angulus refractus maior recto. Atque ita intelligendum puto quod Vitellio *lib.* 10 *propoſit.* 8 in tabella refractionum à vitro ad aerem, angulo inclinationis 80 in vitro, reſpondentem in aere refractum angulum ponit 118: & ſimiliter ab aqua ad aerem angulum refractum ponit 110: & à vitro ad aquam 98; qui ſunt maiores recto.

Corollarium 2.

CVm radius,ex incidente MD, refractus DF angulum cum DB efficiat in raro; refractus verò ex incidente ED, cum eadem DB angulum ex dictis efficiat in denſo; ſi res ad leges geometricas exigatur,fieri poteſt, vt radius aliquis inter MD, & ED incidat angulo maiori quidem quàm ſit NDM, ſed minori quàm NDE; cuius incidentis refractus radius angulum in raro refractum efficiat rectum CDB, propagatus nimirum per DB in raro; vt ſuprà vocaui lineam illam in raro contiguam denſo. & conſequenter *iuxta monitum præcedentis propoſ.* non eſt vniuerſaliter idem iter lucis intrantis & exeuntis.

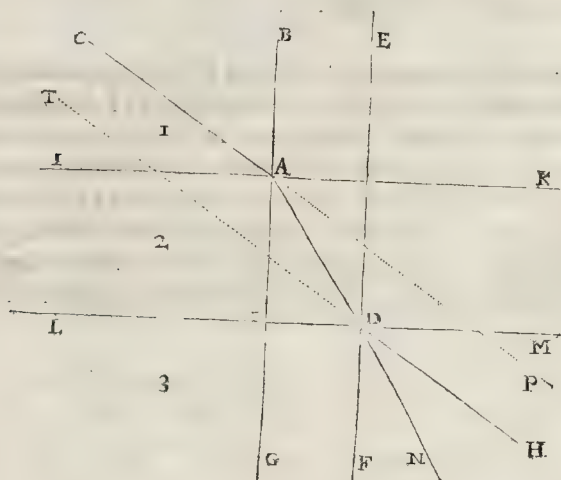
Propoſitio IV.

Si lucis radius è quouis raro in ſimile rarum tranſmittatur per denſum, cuius ambæ hinc inde ſuperficies vtrique raro contiguæ, planæ ſint ac inuicem parallelæ; angulus ſecundò refractus à perpẽd. erit æqualis angulo primæ inclinationis, & radius ſecundò refractus æquidiſtabit primò incidenti producto.

RAdius CA ex aere ſupra rectam IK exiſtente, tranſeat in ſimilem aerem, qui ſit ſub LM etiam recta, & ipſi IK æquidiſtante per cryſtallum inter dictas LM, & IK, tanquam communes contiguarum eius,

& ae-

& aeris hinc inde ſuperficierum ac ſuperficiei refractionis ſectiones contentam; & ducta perpendiculari B A G, angulus inclinationis in prima incidentia ſit B A C, eidemque reſpondens primò refractus in cryſtallo, angulus G A D: tum per D punctum, quo rectam L M ſecat linea refractionis A D, ducatur perpendicularis E D F ſitque E D A angulus ſecundæ inclinationis in ſecunda incidentia.



Dico angulum ſecundò refractum, qui ſit, verbi gratia, F D H, eſſe æqualem ipſi B A C. Quia enim *per 2 huius*, ſi lux per C A (facientem cum I A angulum) incidens refringatur per A D; reciprocè, per A C refringetur quoties per D A inciderit; & conſequenter ſicut angulus inclinationis B A C in aere, parit in cryſtallo angulum G A D refractum ad perpendic. ita reuersè inclinationis angulus G A D in cryſtallo, parit in aere angulum B A C refractum à perpendicul. ſequitur inclinationis angulum E D A ipſi G A D in eadem cryſtallo æqualem ob parallelas, producere angulum F D H in aere refractum, ipſi B A C æqualem, vt fuit primò propoſitum. Et hinc patet altera pars propoſitiouis; quia cùm anguli duo B A C, F D H, æquales ſint ad duas parallelas B G, E F, ſequitur C A, & H D rectas, ſi producantur hæc verſùs T, illa verſùs P, fore inuicem parallelas.

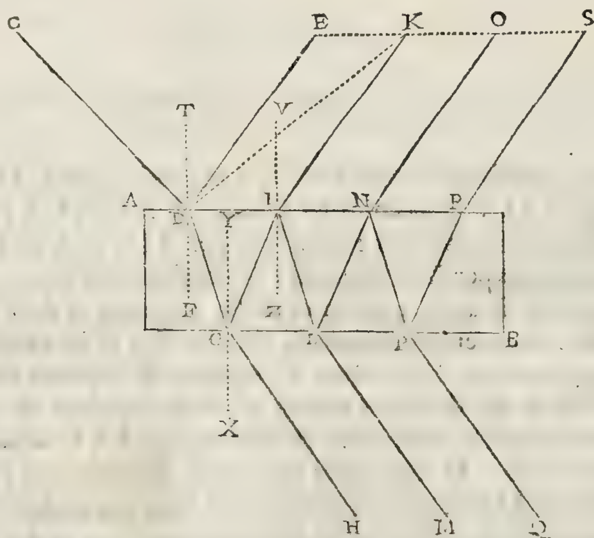
Igitur &c.

Pro-

Propoſitio V.

Radij lucis ex vno in aliud quodcunque diuerſum diaphanum, quocunque angulo incidentis licet fiat refractio; pars tamen aliqua reflectitur: & quidem ſeruata æqualitate angulorum incidentiæ, & reflexionis.

EXponatur Soli vtcunque cryſtallus A B, radiumque excipiat ex aere incidentem C D, qui ad perpendicularem D F refringatur in D G, & rurſus exiens in aerem, refringatur in G H, à perpendiculari G X. Dico primò neque totum C D refractè cryſtallum ingredi per D G, neque totum D G refractè ingredi in aerem per G H; ſed aliquid ipſius C D reflecti per D E; & ſimiliter aliquid ipſius D G reflecti per G I; qui iterum non totus per I K refringatur, ſed rurſus aliquid eius reflectatur per I L &c. Euidens enim eſt ipſa experientia, incidente C D reflecti



D E; & cùm etiam experientia conſtet refringi D G; certum eſt reflexum D E eſſe aliquid ipſius C D, qui conſequenter non totus abierit in refractum D G: & quia idem accidit ad quemlibet incidentiæ angulum, & in aqua, cæteriſque diaphanis aerem denſitate ſuperantibus, ſicut & in cryſtallo; eſtque eadem ratio de alijs raris, quæ eſt de aere; ſequitur radij è raro in denſum quocunque angulo incidentis partem aliquam reflecti; licet aliqua etiam pars refringatur.

Præte-

Præterea cryſtallo A B etiam minimè terminata hydrargiro, præſertim intra ſepta occluſi, & obſcuri cubiculi, radio ſolari C D per feneſtræ foraminulum ſeſe inſinuanti expoſita, cernimus in aduerſo pariete non tantùm radium vnicum reflexum vt E, ſed plurium ſeriem radiorum, vt E, K, O, S, &c. quorum primus E viuidior inter eos eſt, reliqui prout ab eo recedunt paulatim fiunt debiliores. Cùm autem ex vnica incidentia non poſſit eſſe niſi vnica reflexio, euidens eſt lucem K in pariete non poſſe eſſe ex C D radio immediatè, ſicut eſt lux E, videlicet per lineam reflexionis ortam ab incidentiæ puncto D (ſic enim angulus reflexionis T D K eſſet maior angulo incidentiæ T D C) & tamen cùm ex facta hypotheſi nullus alius præter C D, poſſit à Sole radius in cryſtallum A B deriuari; neceſſe eſt lucem K (idem de O, & S, ac alijs ſimilibus) ab eodem C D eſſe aliquo alio modo quàm reflexè: poteſt autem eſſe refractè, addita etiam reflexione: nempe ſi lux K per lineam refractionis I K oriatur ab ea iam ſuperiùs dicta parte radij C D, quæ in cryſtallum penetrauit, nimirum D G; quæ neque etiam ipſa effluat tota, per G H in ſubiectum aerem; ſed ſecundùm aliquid ſui reflectatur à puncto incidentiæ G, in I; ac ex ipſa demum G I incidente, fit refracta I K. Similiter lux O prodibit per lineam N O, non ex I K, ſed ex G I; quatenus videlicet hæc non tota exit per I in I K, ſed aliquid eius reflectitur in I L; & rurſus ipſa I L non tota exit in L M; ſed aliqua ſui parte reflectitur in L N, & hinc refracta N O: & ita de alijs, vt P Q, & R S. & quia nullus alius (vt perquirenti conſtabit) excogitari poteſt modus rationabilis, quo luculæ E, K, O, S, ab incidente radio C D ortum ducere poſſint; quàm iſte aſſignatus; iſto autem poſito manifeſtè ſequitur radium ſiue ex aere in cryſtallum, vt C D, ſiue è cryſtallo in aerem vt D G, & G I, & I L &c. incidat, parte vna ſui reflecti, licet alia refringatur. Et quia idem in alijs diuerſis, quouis modo combinatis, diaphanis locum habet, vniuerſaliter verum eſt, radij lucis ex vno in aliud quodcunque &c. partem aliquam reflecti licet alia refringatur, quod fuit primo loco propoſitum.

Dico ſecundò prædictas reflexiones quibus in cryſtallo A B reflectitur primò D G, in G I, ſecundò G I in I L, tertiò I L in L N &c. fieri ad communem acerrimam legem æqualitatis angulorum incidentiæ, & reflexionis, quia vt ipſa experientia oſtendit, linea E S in pariete complectens vno ordine, & æqualibus ab inuicem diſcretas ſpatijs luculas E, K, O, S, æqualis eſt lineæ cryſtalli D R: quando ambæ eiuſdem cryſtalli ſuperficies A R, G B, & parallelæ inuicem ſunt; & parieti E S æquidiſtant: aliàs enim nunquam ſunt æquales. At ſtante dictarum ſuperficierum paralleliſmo impoſſibile eſt vt ſint inuicem æquales E S, D R, niſi anguli incidentiæ Y G D & reflexionis Y G I ſint quemadmodum inuicem, ita & cum angulo primùm refracto F D G, & cum alio inclinationis Z I G, & ita de alijs æquales: id inquam abſque ea conditione eſt impoſſibile; quia aliàs refracti radij I K, N O, R S non eſſent inuicem & cum reflexo D E paralleli

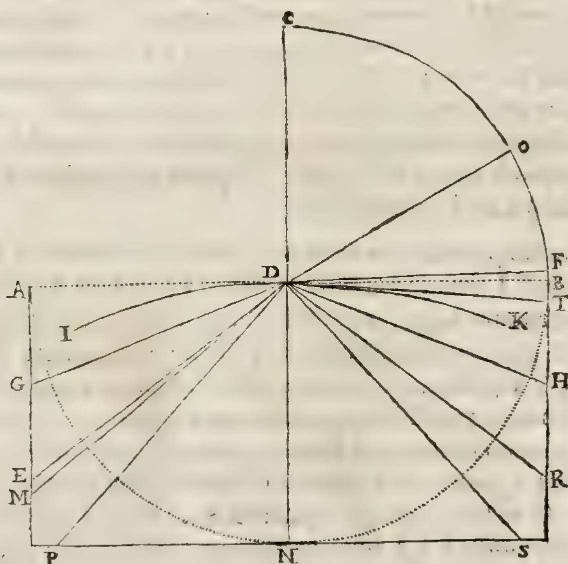
(adeo-

(adeoque nec E S, æqualis eſſet ipſi D R) quia enim *per præcedentem* angulus à perpendiculari ſecundò refractus X G H æqualis eſt angulo primæ inclinationis T D C; angulus tertiò refractus V I K, vt ſit æqualis (quemadmodum reuera æqualis eſſe debet *per eiuſdem præcedentis demonſtrationem*) tum dicto primæ inclinationis angulo T D C, tum etiam refracto X G H, nec non angulo primæ reflexionis T D E; ſupponit angulum tertiæ inclinationis Z I G æqualem eſſe angulo ſecundæ inclinationis F D G; & ita deinceps de alijs. Cùm itaque vt demonſtratum eſt, angulus primò refractus F D G, & tertiæ inclinationis Z I G, ſint inuicem æquales: & ob parallelas, eiſdem æquales ſint angulus ſecundæ inclinationis Y G D, & ſecundæ reflexionis Y G I: ſequitur ipſos Y G D, Y G I eſſe pariter inuicem æquales; & ita de alijs, vt fuit ſecundo loco propoſitum. Ergo radij lucis ex vno in aliud quodcunque &c. vt fuit &c.

Propoſitio VI.

Radij, qui è denſo in rarum tali angulo incidit vt in illud non progrediatur, pars vna in eodem denſo refringitur, & altera etiam in eodem reflectitur.

Retineatur tota diſpoſitio *propoſitionis* 3; ſitque radius G D è cryſtallo incidens in aerem angulo inclinationis N D G maiori quàm ſit



N D E, ita ſcilicet vt *per eandem* 3 non poſſit refringi in aere, ſed refringatur in cryſtallo per lineam D T, angulo refracto tali C D T, vt eius complemen-

plementum T D N ſit vtcunque minus vel (vt hìc) maius, quàm angulus inclinationis N D G: Præterea verò eiuſdem G D *per propoſit. 5* pars aliqua in eadem cryſtallo reflectatur per D H, angulo reflexionis N D H æquali ipſi N D G. Dico non totum G D reflecti in D H intra cryſtallum; ſed aliquam etiam eius partem refringi intra eandem cryſtallum, puta per refractam D T.

Quia enim ſi G D incidiſſet in aerem angulo quodam minori quàm ſit N D E, vt N D P, partim ingreſſus fuiſſet aerem refractè per D O, & partim in cryſtallum reflexè reuerſus fuiſſet per D S, angulo N D S æquali ipſi N D P *per præcedentem*; & ſimiliter ſi incidiſſet in aerem angulo inclinationis N D M, in eundem partim ingreſſus fuiſſet refractè per D F, & partim in cryſtallum reflexè redijſſet per D R, angulo reflexionis N D R æquali ipſi N D M: ſequitur eiuſdem G D partem aliquam reflecti in D H; & quia alia eiuſdem G D pars *ex constructione* refringitur per D T, quæ ſcilicet iuxta dicta *ad primam definitionem huius*, facit cum N D angulum N D T inæqualem ipſi N D G angulo inclinationis; & ita differt à reflexa D H; ſequitur partem radij G D refringi, & partem reflecti in eadem cryſtallo per diuerſas lineas: quamuis non negem fieri poſſe in quadam diaphanorum proportione, vt radio G D incidenti reſpondens vtraque linea, reflexionis videlicet ac refractionis, in vnam D H coincidant: imò & in ipſa, quæ inter aerem, & cryſtallum eſt, proportione, ſi non ad angulum inclinationis N D G, ſaltem ad alium aliquem ſiue maiorem, ſiue minorem. Ergo radij qui è denſo in rarum, &c. quod fuit demonſtrandum.

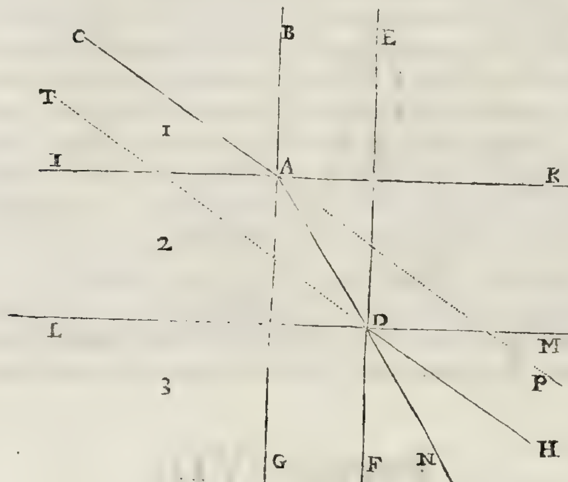
Propoſitio VII.

Si radius è primo diaphano raro in tertium denſum propagetur per ſecundum denſius quidem primo, ſed tertio minùs denſum, quodque inſuper ambas, quibus vtrique contiguum eſt, ſuperficies habeat planas ac inuicem parallelas; angulus refractus in tertio diaphano, æqualis erit ei, qui fieret ſublato ſecundo, & retento primo cum eodem primæ inclinationis angulo.

Sit ſupra rectam I K primum diaphanum quodcunque rarum, vt aër; ſit etiam inter duas parallelas I K, L M, ſecundum diaphanum denſum, vt aqua, planam ex hypotheſi habens ſuperiorem ſuperficiem; ſub L M autem ſit tertium diaphanum, aqua ſimul & aere denſius, vt cryſtallus, & quidem plana ex parte L M, vt aquam ſibi contiguam hoc ipſo planam reddat; deinde in recta I K ſumpto quolibet puncto primæ refractionis A, & ducta perpendiculari B A G, ſit in aere, id eſt diaphano 1,

inclinatio primæ incidentiæ B A C : angulus verò in 2, id eſt in aqua, refractus ſit G A D; ita vt in 3, id eſt in cryſtalli recta L M, punctum ſecundæ refractionis ſit D: & hoc poſito ducatur per D perpendicularis E D F; ſitque E D A angulus ſecundæ inclinationis in 2 diaphano; in 3 autem angulus refractus ſit F D N.

Dico ipſum F D N, æqualem eſſe ei, qui fieret, ſi ſublato tantùm diaphano 2 remanerent reliqua duo, ita vt recta L M eſſet in loco ipſius I K, & D in A, retento eodem primæ inclinationis angulo B A C; id eſt ſi ſublata aqua radius aliquis vt T D, parallelus ipſi C A, incideret immediatè in cryſtallum angulo inclinationis E D T æquali cum B A C.



Quia enim *per poſtul.* 4 quò maior eſt denſitas 2 diaphani præ denſitate 1, eò angulus refractus G A D, minor eſt angulo inclinationis B A C; & ſimiliter quò maior eſt denſitas 3 diaphani præ denſitate 2, eò angulus refractus F D N minor eſt inclinationis angulo E D A: erit ſicut denſitas 3 ad 2, & 2 ad 1; ita angulus F D N, ad E D A (ſeu ad G A D ipſi æqualem ob parallelas) & angulus G A D ad B A C: & conſequenter ex æquo ſicut denſitas 3 ad 1; ita erit F D N ad B A C: & ita proportio 3 diaphani ad 1, ſimpliciter producet ex inclinationis angulo E D T, refractum angulum F D N quem proportio eiuſdem 3 ad 2, & 1, compoſitè, produxerat ex inclinationis angulo B A C ipſi E D T æquali.

Aliter.

POteſt etiam hoc modo exprimi demonſtratio, & fortaſſe clariùs. Quia in facta hypotheſi aqua, & cryſtallus per modum vnius, denſitatem maiorem componunt, quàm ſit ſolius aquæ; ſequitur *per* 4 *poſtul.* refractionem ex vtriuſque refractionibus ſimplicibus compoſitam maiorem

rem quidem esse, quàm sit solius aquæ refractio simplex: sed quia densitas aquæ vtpote minor iuncta cum densitate crystalli maiori, non constituit densitatem maiorem, quàm sit solius crystalli; sequitur refractionem ex dictis simplicibus compositam, nihil addere supra simplicem crystalli refractionem, quæ foret respectu eiusdem primò positi anguli inclinationis; & cùm aliunde, nihil etiam illi detrahat, consequens est vt necessariò relinquat æqualem; vnde & sequitur secunda proposita refractione in crystallo fieri angulum refractum æqualem ei, qui fieret sublata aqua, & posito in aere, eodem qui priùs, angulo inclinationis.

Aliter ex tabulis Vitellionis.

POsita veritate experientiæ, quam exponit Vitell. *lib.* 10 *propos.* 8 *in tabulis refractionum ex aere ad aquam, ex aqua ad vitrum, & ex aere etiam ad vitrum &c.* (quamuis ego eas tabulas plurimis erroribus fœdatas esse deprehendi) sic potest ostendi propositum, saltem vt aduertant Tyrones quomodo rationi experientia consonet. Si angulus primæ inclinationis B A C in aere sit graduum 80, refractus G A D in aqua erit 50; & rursus posito in aqua angulo secundæ inclinationis E D A (qui vt dictum est, æqualis est ipsi refracto G A D) 50; refractus F D N in vitro erit grad 42 min. 30. At ex ijsdem tabulis, si angulus incidentiæ sit 80 grad. ex aere, ad vitrum immediatè; refractus in vitro angulus, erit æquè 42 grad. (desunt quidem hìc minuta illa 30, vel ibi redundant; sed hic est error vel typographi, vel qui ob paruitatem deprehendi non potuit dum experimentum fiebat) ergo in vitro licet in illud mediante aqua incidat ex aere radius, idem est angulus refractus, qui foret si sublata aqua immediatè in vitrum incideret. Igitur &c.

Propositio VIII.

Si radius è primo diaphano raro in tertium densum propagetur per secundum vtroque densius, quodque ambas, quibus vtrique contiguum est, superficies habeat planas, ac inuicem parallelas; angulus in tertio diaphano refractus non erit idem qui foret sublato secundo, cæteris paribus; sed minor illo: erit verò idem qui foret, si secundum diaphanum positum esset loco tertij, & vicissim tertium loco secundi.

SEruetur constructio figuræ *vt præcedenti proposit.* sed ipsa diaphana aliter ordinentur, & 1 quidem sit aer, 2 verò crystallus, 3 aqua. Dico retento eodem angulo inclinationis in aere, angulum in aqua refractum

à perpendiculari, minorem esse quàm foret ad perpendicularem sublata crystallo; & esse æqualem ei, qui fieret, si 2 diaphanum esset aqua, 3 crystallus, cæteris inuariatis, vt *proposit. præcedenti*; ita vt angulus à perpendiculari refractus in aqua, secundùm hanc posteriorem dispositionem, restituat angulum ad perpendic. in crystallo refractum secundùm priorem, id est *præcedentis propositionis* dispositionem.

Prima pars statim intelligetur ex secunda; hæc verò probatur eadem ratione qua præcedens propositio hic etiam facilè applicabili. Nam in hoc progressu quantùm minuitur angulus primò refractus in crystallo, tantundem minuitur angulus secundæ inclinationis in eadem crystallo (cùm hi necessariò sint semper æquales, vt sunt *præcedenti propositione* G A D, EDA,) & eadem proportione minuitur etiam densitas aquæ respectu crystalli: vnde licet ad datum angulum primæ inclinationis in aere, angulus primò refractus minor sit in hac dispositione, quàm esset in priori; tamen ob densitatem, eadem vt dixi, proportione minorem iam in tertio diaphano; angulus secundò à perpend. refractus ad angulum primæ inclinationis inuariatum, eandem proportionem habet in posteriori dispositione, quam habebat in priori. Ergo &c.

Monitum.

CONferre ista volui cum tabulis Vitell. sicut alia *in præcedenti proposit.* contuli: sed comperi minùs sibi consonare: nam sumpto inclinanationis angulo 50 in aere; fit refractus ad perpend. 30 in vitro: & isto iterum sumpto, pro inclinat. angulo; fit in aqua refractus ad perpendic. 33: si verò sumatur eadem inclinatio 50 in aere; angulus ex eo in aqua refractus ad perpendicul. ponitur 35, prædicto scilicet minor duobus gradibus; cùm tamen *ex demonstratis* debeat esse æqualis: quod quidem mirum non est, quia, vt dixi prædictæ tabulæ errores etiam alios plurimos continent.

Corollarium.

QVod iuxta hanc *et præcedentes propositiones* 4 *&* 7 in refractione composita contingit angulo refracto in tertio diaphano, suppositis superficiebus secundi, planis, ac inuicem parallelis; idem seruata proportione continget, licet superficies illæ sint non planæ, aut non parallelæ, vel neque planæ, neque parallelæ: quia quomodocunque disponantur, vel figurentur tria diaphana diuersa, semper eandem retinent diuersitatem; vi cuius semper in eadem ratione refringunt cæteris paribus.

Pro-

Propoſitio IX.

Varia de modo & cauſa efficiente illuminationis præſertim directæ placita Autorum recenſere.

HActenus de refractione lucis dixi quantum potui colligere ex ipſis initio poſitis definitionibus ac poſtulatis, addita etiam aliquando fide experientiarum: nunc latiores campos inire incipio, acturus minutatim de phyſicis principijs à quibus refractio pendet; ſiue ea intrinſeca ſint luci, ſiue extrinſeca: & vt hoc faciliùs præſtem quemadmodum in ipſa huius lib. præfatione dixi, ab illuminatione directa incipio, vt ex hac ſimulque ex reflexa efficaciùs concludam quid de refracta ſentiendum ſit. Nunc autem ad propoſitum venio.

Primò communiſſima eſt, & iam diu apud fere omnes inualuit ſententia, qua exiſtimatur illuminationem inſtanti indiuiſibili fieri, ad quamcunque diſtantiam intra Sphæram actiuitatis luminoſi. Sed qui id putant inter ſe diuiſi ſunt, non enim pariter concedunt illuminationem locali motu fieri; cùm aliqui id negent; aliqui, vt poſtea videbimus, aſſerant.

Secundò qui negant illuminationem fieri motu locali; ideo id negant quia putant inſtanti, vt dictum eſt, fieri: motus enim localis (ſaltem qui ſit latio) inſtantaneus, eſt impoſſibilis. Vnde & conſequenter exiſtimant lucem non eſſe corpus aliquod mobile, ſed accidens quod actione virtutis illuminatricis educatur è ſubiecto ſuæ inhæſionis (puta aere, aqua, cryſtallo, ſimilibuſque diaphanis) & quidem ex omnibus partibus ſubiecti æquè primò, id eſt in inſtanti; quia nullum eſt luci contrarium poſitiuum. Imò tale putant eſſe accidens (ſine exemplo in tota rerum natura) quod nec poſſit ad motum proprij ſubiecti loco moueri: idque colligunt tum ex alijs experientijs, tum ex iſta; quod nimirum licet intra cubiculum moueatur aer ventilabro aut aliter pulſus, lux tamen per occluſæ feneſtræ rimulam in ipſo cubiculi aere generata prorſus non moueatur, niſi ad motum rimulæ, aut lucidi. qua ex cauſa aliqui lucem, præclaro vocabulo, indigitant formam aſſiſtentem diaphano velut nauclerum naui; nec volunt eſſe ſimpliciter formam informantem; quaſi id quod eſt aſſiſtere, impediat, vel ad altius aliquid euehat, id quod in accidente eſt informare: vel ipſum informare, dummodo cum aſſiſtere confundatur, ſtare poſſit in fluxu continuo abſque vlla permanendi mora; dum ſcilicet ſubiectum continuè tranſit, & forma ex eo generata non tranſit pariter cum eo; & non tantum non tranſit cum eo, ſed nec migrat in aliud: neque ſine omni eſſe poteſt. Quæſo ergo vbi eſt, cùm nec in ſubiecto ſit, neque extra ſubiectum? aduerto quidem reſponſum iri, eſſe in ſubiecto fluenter; ſed id qui poteſt capere capiat; & nos reſponſum ipſum ſinamus interim bellè fluere; atque ad alia tranſeamus.

Isti Autores sunt adhuc inter se diuisi, & cùm pariter putent illuminationem fieri sine motu locali, lucemque esse accidens; non tamen perinde consentiunt quoad principium actionis, qua lux è subiecto educitur: sed aliqui volunt eam actionem esse solius lucidi; alij lucem ipsam, à lucido ad extra genitam, volunt esse fœcundam alterius lucis; & totalem in toto diaphano lucem ita propagari, vt prima eius pars à lucido genita in parte diaphani ipsi proxima, secundam sibi similem generet in sequenti parte diaphani; & hæc tertiam in tertia, ac ita deinceps vsque ad vltimam; quæ tandem ob fatiscentem paulatim virtutem sit infœcunda & nullius prolis.

Tertiò qui actionem illuminandi tribuunt lucido tantùm, sibi satisfaciunt dum amplissimam eius virtuti illuminatrici assignant actiuitatis sphæram; & actionem in passo receptam putant, ab agente multis milliaribus distante pendere mediante ipsius virtute ad extra diffusa, vel etiam immediatè.

Quartò qui putant lucem à lucido in parte subiecti (quæ proxima illi est) genitam, fœcundam esse alterius lucis in sequenti parte eiusdem subiecti generandæ, dicunt illuminationem in toto medio diaphano fieri propagatione, siue lucidum à quo cœpit propagatio, concurrat immediatè ad ipsam totam (actione saltem partiali) siue solùm mediatè, ac remotè quatenus inchoauit.

Quintò qui motu instantaneo locali illuminationem fieri putant; non dicunt eum motum esse lationem; euidens enim est lationem instanti non posse fieri; sic enim idem mobile secundùm idem sui, esset simul in terminis à quo & ad quem, ac in toto medio; & consequenter in pluribus locis: sed excogitarunt aliud genus motus, nimirum agitationis, quem putant conuenire luci; imò ipsam lucem nihil aliud esse quàm viuidam commotionem à lucido per totum medium vsque ad oculum propagatam in quadam tenuissima substantia, quæ se per aeris aliorumque diaphanorum poros insinuet; & à lucido primùm succussa, tota quanta est & vbicunque est (dummodo nihil opaci interponatur) propter sui continuitatem simul ac eodem instanti ad quamcunque distantiam concutiatur. Ad hunc autem substantiæ tenuissimæ imprimendum motum; excogitauerunt alium in lucido frequentem viuidum motum, quasi palpitationis, systoles & diastoles, quo se ipsum vi quadam innata contrahat in se se, ac iterum exporrigat: atque ita parti substantiæ illius tenuissimæ, sibi proximæ & ambienti motum imprimat suo similem; hæc verò parti sequenti eundem communicet, & ista alteri, vsque ad vltimam quæ oculum ferit; idque tanta velocitate, vt commotio instanti per totum medium ad quamcunque distantiam propagetur: & huiusmodi motum prout oculum ferit, & ab eo sentitur, volunt esse lumen, neque aliter; ita vt prorsus & nusquam esset lumen, nisi esset oculus motum illum sentiens.

Sexto Aristotelis de lumine sententiam, ei quæ præcedenti num. relata est,

eſt, quodammodo ſimilem vide ex ipſomet Autore expreſſam *propoſ.* 27 ibidemque reiectam.

Septimò demum alij, quia non putant aliquid eſſe quod cogat aſſerere illuminationem fieri inſtanti indiuiſibli, exiſtimant fieri tempore, ſed breuiſſimo; adeoque concedi in ea poſſe motum etiam lationis. Ipſum verò motum lationis omnino concedendum eſſe (excluſo motu palpitationis) putant, quia hinc conſpiciunt lucis reflexionem fieri ad legem aliarum reflexionum, in quibus motum localem eſſe conſtat: inde autem nullam rationem vident, quæ ſatis aptè tueatur; ac multo minùs, quæ ſufficienter probet motum ſupradictum palpitationis, & conſequentis ex eo commotionis, ac demum quia ſententias alias putant & falſis niti fundamentis, & (conceſſis licet fundamentis) ad totum illuminationis explicandum negotium minimè eſſe idoneas.

Propoſitio X.

Varia de modo, & cauſa efficiente illuminationis reflexæ, ac refractæ placita Autorum recenſere.

ILluminationem tum reflexam tum refractam explicare quilibet ſtudet conformiter ad ea principia, quæ priùs poſuit pro illuminatione directa; vel è contrà, talia pro directa illuminatione principia ponere ſtuduit, qualia putauit neceſſaria eſſe, & ſufficere, ad reflexam, refractamque explicandam: ac proinde qui motum localem arcent à directa illuminatione, excludunt pariter à reflexa, & refracta: qui verò in illa admittunt ſiue inſtantaneum commotionis, ſiue ſucceſſiuum lationis; admittunt pariter etiam in iſtis.

Primò itaque illi qui putant lucem eſſe fœcundam alterius ſimilis, dicunt reflexam lucem produci ab ea quæ propagatione (*præcedenti propoſit. num.* 4 explicata) producta eſt in ſpeculo aut prope ſpeculum; ita vt quemadmodum lucis directæ pars vltima in linea incidentiæ generata eſt, propagatione à lucido ad ipſam per intermedias deducta; ſic vltima pars reflexæ lucis in linea reflexionis generetur propagatione ab ea luce, quæ in ſpeculo aut prope ſpeculum eſt, ad ipſam per intermedias deducta. Et prætercea quidam ex iſtis putant ſpeculum ipſum effectiuè concurrere vi ſua ad reflexæ lucis generationem.

Eodem autem modo, vt puto, philoſophantur ſeruata proportione de luce refracta; vt puto dixi; nam non planè comperi quam refractæ lucis cauſam iſti aſſignent, in vrente per refractionem lente cryſtallina: ſicut neque quid ſentiant de angulorum incidentiæ, & reflexionis æqualitate, eiuſque cauſa; vel de rectitudine radij tum incidentis, tum reflexi, tum etiam refracti: vix enim, ac ne vix quidem in ſcholis iſta agitantur; fortè quia trita & cuique obuia; vel quia tempus præriperet tractatui de ente

ratio-

rationis, ac similibus alijs subtilioribus, atque ad solidioris Philosophiæ acquisitionem vtilioribus; ita est hodie vsus in scholis.

Secundò qui lucis directæ generatiuam actionem tribuunt lucido tantùm, eidem æquè tribuunt generatiuam reflexæ, & refractæ, dicuntque in primis reflexionem fieri; quia licet actio, qua radius produceretur à lucido vim illuminatricem suam directè intendente in totam actiuitatis suæ sphæram, præpediatur oppositione speculi, ne vlteriùs promoueatur; virtus tamen lucidi nihil propter eam oppositionem passa est detrimenti; vnde quia apta erat suam promouere actionem vlteriùs; non sistitur ibi, sed pergit; videlicet retorquendo actionem citra speculum; vt nempe hoc modo obtineat effectum sibi proportionatum. Et quia priùs eadem lucidi virtus actionem directè promouebat certa quadam via nempe recta; & determinato angulo incidentiæ ad speculum: ita etiam reflexè eandem promouet certa quadam via nimirum recta; & angulo reflexionis determinato, videlicet qui sit æqualis angulo incidentiæ.

Pari modo, seruata proportione censent fieri refractionē, eò quòd propter diuersitatem diaphanorum in occursu secundi, necessariò mutatur directio illuminationis; vnde & incuruatur, id est refringitur radius: quid autem & quomodo conferat diuersitas diaphanorum ad mutandam necessariò directionem illuminationis; explicant dicendo lucidum in Sphęra suę actiuitatis agere cum dependentia à partibus Sphæræ; quasi huius pars vna ageret in aliam.

Tertiò aliqui ex ijs qui motum localem effluxus vel eiaculationis tribuunt luci, existimant refractionis causam esse medij resistentiam, qua dispersio lucis materiali necessitate impeditur; quatenus videlicet lux à lucido emissa spargitur: & eò magis dispergitur, quò maiori interuallo à fonte recedit; & cùm obliquè incidit in densi diaphani superficiem, ab eadem vt resistente motui, dispersio impeditur. Ita philosophatur Keplerus *paralip. in Vitell. cap.* 1 *varijs propositionibus præsertim* 20. Sed hic Autor aut habet aut sanè videri vult habere aliquid ab alijs diuersum; in primis enim asserit lucis motum non in tempore esse, sed in momento *propos.* 5. Deinde vult lucem esse accidens, vt satis clarè colligere mihi videor è varijs locis, *præsertim ex appendice ad caput* 1 *in fine*. Præterea disertè dicit lucem esse immateriatam; sed quid per hoc velit non probè intelligo, vt dicam inferiùs prop. 22. Denique fateor me non satis colligere potuisse ex eius verbis, an is concedat luci motum physicum, vt videtur concedere imò astruere *proposi.* 20, *præsertim vltimis verbis*; an solùm analogicum, vt videtur rem exponere præsertim disputans aduersus Aristotelem *paulò ante finem citatæ appendicis*.

Quartò demum aliqui, tum ex ijs qui motum localem physicum luci tribuunt, tum ex ijs qui eundem negant; putant refractionem lucis nihil aliud esse, quàm reflexionem factam ab interno latere cuiuslibet pori, prope & sub os eiusdem, exposito luci directæ. Et ab istis parum aut nihil diffe-

differunt, qui radij refractionem fieri putant eò quòd non tam in porulum incidat, quàm in latusculum, cuiusdam monticuli (vt vocant) ex ijs qui in superficie polita extant ob defectum ipsius polituræ ; negant enim posse vlla arte fieri perfectam adeo polituram, vt omnia exæquentur, & nulli sint monticuli, vallicellæ nullæ ; adduntque angulum refractionis (intelligunt autem, vt puto, eum qui continetur lineis incidentiæ, & refractionis) esse tantò obtusiorem, quantò incidens radius fuerit perpendiculari propinquior ; quia nimirum is tunc magis infernè ferit monticuli vlterioris latusculum citerius, vtpote minùs obsistente protuberatione monticuli citerioris ; adeoque incidit profundiùs in occurrentem porulum : & è contrà, esse eundem angulum tantò acutiorem, quantò radius remotior est, quia scilicet radius tunc altiùs, & deuexiùs ferit monticulum vlteriorem, vtpote magis obstante citerioris monticuli protuberatione, adeoque (dicant consequenter) minùs profundè incidit in occurrentem porulum.

Propositio XI.

Exponitur in particulari quomodo, & qua ex causa fiat lucis refractio in ea sententia, in qua lux nihil aliud est quàm motus localis à lucido ad oculum propagatus, seu eius apparitio.

AVtores qui (vt retuli prop. 9 num. 5) motum localem palpitationis & commotionis instantaneum in quauis illuminatione astruunt, duobus potissimum modis causam refractionis reddunt, sententijs ab inuicem diuisi ; quas ego hìc etiam seorsim exponere statui, sicut & cæteras præcedentibus propositionibus, idque vt Lector eas ad manum faciliùs habeat, cùm ea quæ circa illas mox annotauero perlustrare volet.

Prima itaque sententia causam refractionis assignat inæqualem difficultatem (seu facilitatem) qua lux inæqualia secundùm densitatem diaphana penetrat, simul cum determinatione ad motum in hanc vel in illam partem. Nimirum distinguunt hi Autores (sicut & ego distinxi *lib. 3 ad 3 postul. pag.* 292) duas partes ex quibus incidentiæ motus obliquus componitur, aut componi intelligitur, eas videlicet secundùm quas hinc cum motu parallelo, inde cum perpendiculari conuenit : asseruntque secundum diaphanum refringens nullatenus opponi parti parallelæ ; opponi autem parti perpendiculari, & illi resistere : ita vt si motus, verbi gratia, pilæ ex aere in aquam obliquè incidentis, amittat in aqua dimidium suæ, quam in aere habet, velocitatis ; totum id damnum cadere debeat in partem motus perpendicularem ; pars autem parallela pristinam suam integram & illæsam seruet velocitatem : id est moueatur quidem pila æquali veloci-

velocitate tum in aqua tum in aere, in quantùm motus eius eſt à plaga incidentiæ ad oppoſitam, & æqualibus momentis æqualia ſpatia decurrat verſùs eam partem, &, vt ſic dicam, tranſuerſim: ſed in quantùm motus eius eſt verſùs imum aquæ, ſeu ſecundùm perpendiculum, dimidiata ſolùm velocitate moueatur; & ſic æqualibus momentis non niſi dimidium ſpatij percurrat in eam partem demerſa; è contrà verò quando ſecundum diaphanum præbet tranſitum faciliorem.

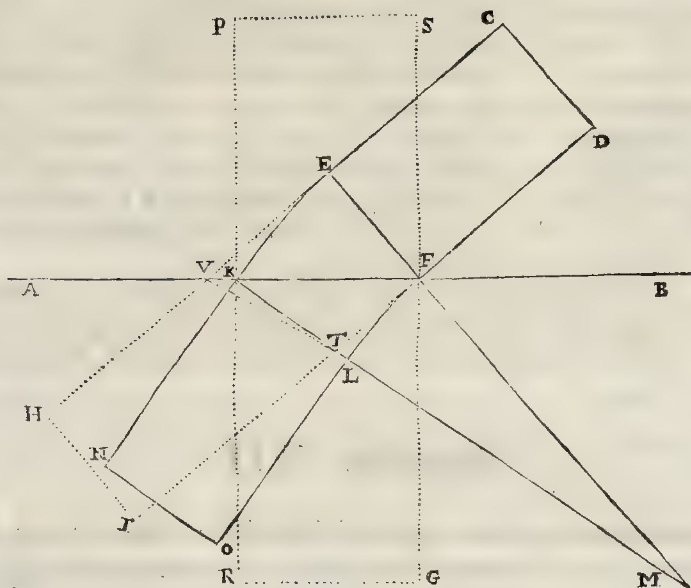
Et inde fieri volunt, vt poſito quòd in aqua lux, tertia parte, verbi gratia, faciliùs propagetur, quàm in aere; ſi tribus momentis à puncto K in aere vnde incidit, peruenerit in A punctum incidentiæ in ſuperficie aquę; deſcripto ex A centro per K circulo H F G I; duobus momentis perueniat ſub aqua ad eiuſdem circuli punctum aliquod L; ita tamen vt ipſum L diſtet ab axe refractionis A I interuallo tertia parte minore (in linea quæ ad A I ſit perpendicularis vt L O;) quàm diſtet punctum K ab axe incidentiæ A F in linea ad ipſum etiam perpendiculari K P: ſic enim determinatio ad partem motus parallelam, ſuum pro viribus & facilitate medij effectum obtinebit; & radius qui in medio vniformi fuiſſet K A N rectus, in medio biformi ſit K A L fractus in A ad perpendicularem A I. & ita è contrà quando ſecundum diaphanum tertia parte difficilius pertranſitur. Vbi aduertendum eſt in hac ſententia diaphanum denſum faciliùs pertranſiri à luce quàm rarum; contrà quàm exiſtiment alij, vt Keplerus *propoſit. præcedenti,* & ipſa quam mox referam ſententia ſupponat.

Altera ſententia motum prædictum aſtruens, refractionis cauſam, & modum ſic explicat.

Primò ſumit (vt *lib. 3 ad 3 poſtul.* ego ipſe ſumpſi) lineam lucis E F, quæ propagata à linea lucidi C D ſibi æquali, radium directum (iuxta

dicta

dicta *ad definit.* 1 *lib.* 3) C E F D efficiat ſenſibiliter latum; & in ſecundi diaphani denſioris ſuperficiem (linea recta A B deſignatam) incidat obliquè vtcunque angulo inclinationis S F D, poſito axe incidentiæ S F. Cùm itaque lineæ lucis E F, terminus F prior in A B inciderit; incipiet intra denſum moueri tardiùs, quàm priùs in raro moueretur: interim verò terminus E velocitate ſua priori nihil immutata, feretur donec mutet medium; ergo toto illo tempore, inæquali velocitate ferentur duo illi termini E quidem maiori, F autem minori; ergo eodem illo tempore ſpatia inæqualia, iſte quidem minus, ille autem maius percurrent.



2. Vt explicet qua via interim E & F moueantur; ſupponit lineam lucis E F eſſe in materia tenuiſſima, quæ proinde in quantitatem ſe maiorem diſtrahi non poſſit; hoc autem poſito impoſſibile eſt, vt ambo termini E & F per eas quas priùs iniuerant directionis lineas D F I, C E H, moueantur; ſic enim quando E perueniſſet in V (id eſt punctum commune ipſi C H & A B) F ſimul perueniſſet in aliquod rectæ D E I punctum, verbi gratia, T; ita tamen vt ſpatium F T breuius ſit quàm E V, propter velocitatem quæ minor eſt in F quàm in E: at hoc poſito eſſet linea lucis E F propagata, in V T longiori, quàm ſit ipſa E F; quod cùm ex hypotheſi fieri non poſſit; non poſſunt dicti ambo termini per eas lineas rectas ſimul ampliùs moueri; ergo per lineas curuas mouebuntur; F quidem vt per F L minorem; E autem per E K maiorem, cùm ſit E velocior, quàm F.

3 Rationem ob quam per curuas moueantur petit ex inæquali velocitate

tate eorum; hinc enim fit vt velocior E, circa F minùs velocem,& vterque circa punctum aliquod quiescens pariter gyrum ducat, & consequenter vt simul tota EF progrediatur eo modo quo in plano progrederetur axis frusti coni, super promota circulariter vtraque basi, aut axis currus duabus inæqualibus rotis delatus. Si igitur eo tempore quo terminus E semitam suam EK decurrit; terminus F suam compleat in L; linea lucis EF propagata sub denso erit KL: productis autem EF & KL, donec in aliquo puncto M concurrant: erit M centrum semitæ vtriusque curuæ EK, FL, quæ consequenter erunt circulares.

Iam verò quia KL omni sui parte æquè velociter permeat densum vniforme, propagata producet radium directum vt KNOL; cuius videlicet latera KN, LO, perpendicularia sint ad ipsam KL; & hoc posito euidens est KN (idem de LO) accessisse ad perpendicularem KR: minor enim est angulus RKN refractus; quàm SDF angulus inclinationis, vt patet ex eo quòd angulus LKF minor est quàm EFK; hunc autem esse maiorem constat, quia cùm ex facta hypothesi maius spatium decurrat E vsque in K quàm terminus F decurrat vsque in L; rectæ EF, KL non sunt parallelæ, sed ex parte F & L productæ concurrunt in M: patet ergo refractionem in denso & fieri ad perpendicularem, & cur fiat.

Vice versa refractionem in raro fieri à perpendiculari, & quare fiat, æquè facilè patebit; si in denso sub AB intelligatur lucidum NO, à quo linea lucis KL propagata per directum radium NKLO, obliquè incidat in AB &c.

Propositio XII.

Lucem in toto diaphano, instanti indiuisibili emicare non satis constat, vt id in vera Philosophia, tanquam certum, supponi debeat vel saltem possit.

Sola quæ id probare videtur ratio est, quia (vt audiui communiter dici) Sol cùm primùm in Horizonte est, cernitur; adeoque illuminat aerem nobis circumfusum, nulla interposita mora etiam breuissima: quemadmodum & fulgetrum cùm primùm erumpit è nube. Nullam autem interponi moram, iudicatum est ex quadam (vt existimare licet) comparatione; quia nimirum tonitru, verbi gratia, quod (vt supponitur) eodem instanti cum fulgetro editur, non eodem, sed post aliquantulam moram auditur: vnde quia fulgetrum priùs cernitur quàm tonitru audiatur, conuincitur intellectus vt certò iudicet tonitru non statim atque est, audiri: sed quia non pariter habet vnde iudicet fulgetrum priùs edi, & posteriùs cerni; ideò, dum non vlteriùs inquirit de rei veritate, iudicat cerni cùm primùm editur.

Sed

Sed cùm hoc fundamentum ſit negatiuum, euidens eſt nihil poſſe vi eius certò affirmatiuè concludi : præſertim cùm conſtet viſum ipſum in ſimilibus non rarò decipi, ac decipere ; & quidem tali modo, vt errorem ſubeſſe nullus cogitaret; niſi aliunde aduerteret. Exempli cauſa. Qui nummum in vaſe ſub aqua merſum in aere poſitus cernit ; exiſtimaret lineam eſſe rectam per aquam cernit (vtpote in alijs expertus lineam viſualem eſſe rectam) niſi errorem deprehenderet ; eò quòd nummum amota ſolùm aqua, videre ampliùs non poteſt. Ita decepti ſunt multo tempore Aſtronomi exiſtimantes ſe Solem aliaque ſidera videre radijs rectis ; nec errorem deprehendiſſent, niſi (Vitellione , Alhazeno , Tychone , & alijs id obſeruantibus) agnitum eſſet radios lucis ob diuerſum ab æthere diaphanum in atmoſphæra refringi (de quo vide dicta à nobis *lib.* 1 *à prop.* 22) ſicut in aqua ſeruata proportione, maximè circa Horizontem, vbi plurima eſt vaporum copia.

Dico itaque ad propoſitum ; ſi quis eſſet altior in nobis, & viſu nobilior ſenſus externus (ſicut eſt viſus reſpectu auditus) ille poſſet viſum arguere, ſicut viſus auditum : & quod non poteſt alius ſenſus in nobis , poteſt Angelus , poteſt Animus ſeparatus ; ſi quemadmodum immaterialis , ita non obnoxia tempori viſio illis ſit ; certè verò poteſt Deus ; & poteſt noſter hic etiam intellectus, quantumuis ſenſui vnitus corporeo ; ſi tamen non nimiùm credulus annuat ſtatim ad quamlibet ſenſibilem apparentiam ; ſed ex alijs viſu aut aliter ſibi æquè notis ratiocinetur , & verum ab apparente diſcernat .

Audiui allàs qui mihi hæc obijcienti diceret magna contentione, ſe Solem eodem inſtanti cernere, quo ſe ad illum ſpectandum conuerteret , vel quo oculos antea clauſos aperiret ; non aduertens ſpeciem Solis (ſiue illa ſit lux , ſiue aliud quid) priùs circa ipſum etiam auerſum , vel iuxta eius oculos etiam clauſos, iugiter fuiſſe; & non tunc in inſtanti conuerſionis &c. illuc deuectam nouiter fuiſſe : & quamuis tunc primùm ſpecies, aut lux eò appuliſſet ; non ideo conſequitur illam , quæ nunc appulit , nunc quoque cœpiſſe oriri à Sole ; quaſi ob id neceſſariò eodem inſtanti à Sole orta, & in oculo recepta fuerit .

Dicent fortè aduerſarij illuminationem non poſſe non fieri in inſtanti : quia enim lux caret omni contrario poſitiuo; ſequitur ad eius in ſubiectum inductionem nullam requiri diſpoſitionum præuiam immiſſionem ; hæc autem ſola eſt quæ moram pati , & facere poſſet : ergo cùm in lucido vis actiua ſit expedita ; & in ſubiecto nulla ſit reſiſtentia (hæc enim tantùm eſſe poteſt ob contrariam diſpoſitionem) non eſt cur non vno ſimul inſtanti applicetur ea vis illuminatrix toti diaphano, ac ita applicata ex eo etiam toto educat ſimul atque vno inſtanti formam videlicet lucem.

Reſpondeo primò ab his qui ita ratiocinantur committi circulum ; vt enim inferant illuminationem inſtanti fieri, ſupponunt lucem eſſe accidens : & paulò antè (vt vidimus prop. nona) inferebant lucem eſſe acci-

dens, ex eò quòd putabant illuminationem fieri in instanti: probent ergo alterum independenter ab altero; vel fateantur vtrunque esse pariter incertum. Neque dicant constare sibi aliunde lucem esse accidens; quia penetrat aquam, crystallum, &c. quod non posset facere nisi esset accidens; huic enim argumento satisfaciam *prop.* 29, vbi constabit posse corpus per corpus commeare absque penetratione, quæ vtrunque simul in vno constituat loco; interim verò

Respondeo secundò id immeritò dici ab ijs, qui negare non possunt rem ob oculos positam, videlicet lucem non posse recipi indifferenter in quolibet corpore, sed ab aliquibus tantùm admitti; nam opaca non admittunt. At si lux caret omni contrario positiuo, ab omnibus indifferenter corporibus admitteretur; cùm, vt euidens est, ab aliquibus positiuè reijci nequeat; nisi propter aliquam, quæ sit in ipsis, contrariam dispositionem positiuam. Ergo non propter carentiam omnis contrarij positiui (quæ ex facto iam argumento aut euidenter falsa, aut saltem dubia est) licebit certò inferre instantaneam illuminationem.

Neque ad hoc satisfacere se posse putent dicendo saltem in corporibus, quæ lucem admittunt, nempe diaphanis, nullum esse luci contrarium positiuum. Nam præterquam quòd ita dicendo petunt manifestè principium; euidens est in duobus vel pluribus diuersis secundùm densitatem diaphanis contiguis lucem non produci per vnam totaliter rectam lineam, sed per fractam, cuius nimirum partes in communi diaphanorum termino angulum inuicem faciant: ergo est in huiusmodi diaphanis ita dispositis, aliquid positiuè impediens productionem lucis per lineam vnam rectam; cùm tamen ipsis volentibus aduersarijs rectitudinem illam affectet tum vis illuminatrix, tum lucis ipsius natura: est igitur aliquid positiuum contrarium lucis, vt in diaphanis per lineas rectas producendæ. Cùm ergo hoc ita se habeat, vnde quæso constat non esse etiam vel idem vel aliud positiuum contrarium lucis, vt in ijsdem diaphanis simpliciter producendæ? & si ita est in pluribus diuersis diaphanis simul sumptis, cur non est in singulis seorsim sumptis? non enim potest in eis esse contraria dispositio ob diuersitatem; si verum est ea in se ipsis, vt talia diaphana sunt, nullam continere dispositionem contrariam; aliàs ex duabus negationibus fieret vnum positiuum, quod est impossibile.

Respondeo 3. soni (quem pariter isti Autores putant esse accidens) nullum esse positiuum contrarium (nemo enim, quòd sciam, illud hactenus assignauit, aut cogitauit) ac proinde nullam esse in aere ad sonum recipiendum resistentiam; ad eiusdem verò productionem, vim esse in corpore sonante expeditam; certè non minùs quàm in lucido; & tamen ipso oculo teste non instanti fit sonus in toto aere: ergo vis expedita in lucido, & carentia contrarij positiui in diaphano aere, non sufficiunt ad instantaneam lucis inductionem in totum aerem. Ergo licet verum esset vniuersaliter nullum esse luci contrarium positiuum; superest ex dictis (etiam lo-
quendo

quendo coherenter principijs aduersariorum) non constare lucem instanti produci per totum medium. Neque dicant esse discrimen inter lucem & sonum quod sonus, licet contrario careat; propagatur per motum localem, qui non potest esse instantaneus; lux verò non per motum localem propagatur. Sic enim dicendo circulum iterum committunt, nam vt vidimus *proposit.* 9, ideo putant non per motum localem propagari lucem, quia putant instanti fieri; nunc autem volunt instanti posse fieri, quia sine motu locali propagatur: probent igitur alterum independenter ab altero, & non petant principium; aut nondum eo ex capite satis constat lucem in toto diaphano instanti indiuisibli emicare &c.

Aliam rationem pro momentaneo lucis motu à Keplero allatam *paralip. in Vitell. cap.* 1 *proposit.* 5, vide solutam *inferiùs prop.* 22.

Et cùm nulla alia sit hactenus allata ratio, saltem mihi nota pro instantanea illuminatione; sequitur non satis constare lucem in toto diaphano, &c. vt fuit propositum.

Propositio XIII.

Quantumuis lux in quodam à tumescentia lucidi ad oculum propagato motu, siue in eius apparitione consisteret; non tamen propterea instanti indiuisibili fieret lucis propagatio: imò è contrà propter hoc ipsum fieret necessariò successiuè.

VT id probem sumo lucidum Solem; & medium, in quo propagetur à Sole motus, sit æther, aer, vel substantia quæuis alia tenuissima, vt volunt aduersarij *suprà prop.* 11, à Sole ad nos continenter expansa; tantùm non rigida, inflexibilis, dura; si enim talis esset; euidens est, non posse per illam fieri motum aliorum corporum, eo modo quo cernimus corpora moueri per aerem; ea enim substantia sic rigida non cederet alteri per ipsam motum molienti: est ergo ea substantia, quæcunque illa sit, flexibilis ac fluida, atque etiam rara, sicut aer, æther, & multò ampliùs, qua proportione est illis subtilior. Hoc posito sic proceditur ex ipsis aduersariorum principijs.

Si substantiam illam tenuissimam (vocemus diaphanum sicut & ipsi vocant) in varios distinguamus orbes circa Solem; ita vt singulis orbibus, tribuatur crassities, minor ac minor ea proportione, qua singuli prout à Sole magis ac magis remouentur, ampliores & ampliores sunt, vt videlicet hoc modo omnes ad capacitatis æqualitatem reducantur; adeoque possint continere partes diaphani mole æquales ex vno in alium, motu migrantes: lucidum verò intumescens, in proximum sibi orbem se extendat; & diaphani partem primam ab eo excludat, pellatque, vt secundæ orbem occupet; & hæc exclusa tertium orbem inuadat, ac ita deinceps.

Eo inquam ita ſuppoſito ſingulæ diaphani partes, dum orbes proprios deſerent, non vi ſua deſerent, ſed vi aliena, quam ſibi patientur illatam, dum pellentur; quia verò aduersùs vim alienam, ſemper eſt in patiente, aliqua ab intrinſeco reſiſtentia; hinc fiet vt prima diaphani pars, quaſi mole ſua ſtet in proprio orbe, in eoque, vt ſic dicam, pedem figat, permanereque nitatur; & ſic pro viribus reſiſtat aduersùs lucidi tumeſcentis impulſum: cùm autem ita reſiſtat, ſimulque ex facta hypotheſi raritatem habeat abſque duritie; facilè patitur ſe comprimi, id eſt ad aliquas loci anguſtias intra proprium orbem redigi, ſeu condenſari priuſquam incipiat extremos, à lucido remotiores, orbis ſui fines excedere; & quando compreſſio ad eos terminos deducta eſt; vt ipſi ita preſſæ faciliùs ſit loco penitus cedere, quàm compreſſionem pati maiorem; incipit primum orbem tranſilire, & ingredi ſecundum; adeoque ſecundam partem trudere: ſed quia illa ſimiliter reſiſtit mole ſua; ſinit etiam ipſa ſe potiùs aliquantulùm comprimi intra proprium orbem, quàm eius terminos prætermire incipiat, vt dictum eſt de prima, & ita conſequenter de alijs.

Nec refert quòd diaphani partes ſicut reſiſtunt motioni, ita & condenſationi; ac proinde parti cuilibet pulſæ æquè facile, vel etiam facilius eſſe videatur recedere, quàm ſinere ſe condenſari: vnde aliquis inferre poſſet quamlibet partem pulſam, prorſus recedere, nec vllam ab ea propter ipſum pulſum denſationem admitti. Non, inquam, id refert; quia ſi duæ illæ reſiſtentiæ ſunt æquales; cùm in ambas per modum vnius feratur vis impulſus, ambæ ab eo æqualiter patientur; & ita pars diaphani pulſa condenſabitur, & recedet ſecundùm æquales rationes. Si verò reſiſtentia ad condenſationem ſit minor; maior erit proportio condenſationis, quia ea reſiſtentia vincetur, & à vi impellente ad motum & à vi reſiſtente ad motionem. Et quamuis hæc ipſa reſiſtentia ad condenſationem maior eſſet quàm altera; tamen eam quoque (niſi ſit infinita) ſecundùm aliquid vinci neceſſe eſt: quia licet prout fortior minùs patiatur, quàm altera; tamen aliquid neceſſariò patitur, cùm non ſit infinitè fortior. Ergo aliquid condenſationis ſemper erit in qualibet diaphani parte pulſa.

Imo addo eandem partem pulſam, vlteriùs condenſari, ex eò quòd aliam pellit: quia ſcilicet iam aduerſus ſimiles duas partis ſequentis reſiſtentias luctatur; ac proinde ſicut in eas, vt dictum eſt, per modum vnius agit; ita ab eiſdem vnà reagentibus patitur: & cùm ſit capax vlterioris condenſationis (videlicet præter eam, quam ob ſuam ipſius ad motum reſiſtentiam, admiſit cùm ad motum impelleretur) adhuc aliam aliquantulam admittet, quia non ſolùm ad motum pellitur, ſed inſuper cogitur pellere reſiſtentem ſibi partem ſubſequentem. & ita de cæteris.

Poſito autem hoc progreſſu, euidens eſt aliquid temporis in eo inſumi, ipſumque inſtanti indiuiſibili fieri minimè poſſe: nam in primis diaſtole ipſa lucidi, eſt motus localis; & conſequenter fieri non poteſt inſtanti indiuiſibili; quia ſic extima ſuperficies lucidi, eſſet ſimul in pluribus ſeparatis

ratis locis, videlicet in terminis à quo & ad quem, quod viribus naturæ creatæ non conceditur. Et licet breuissimum tempus sit, quod in motu diastoles insumitur, non tamen illo eodem, sed alio mox sequenti locum mutat pars prima fluidi diaphani, quæ à lucido tumescente pellitur: quia enim, vt dixi, condensari se priùs patitur, quàm orbem suum excedat, non eodem instanti incipit excedere, quo lucidum incipit intumescere, sed posteriùs; quando verbi gratia, motus diastoles ad medium suæ progressionis terminum peruenit: ita vt si diastole contineat duo momenta A & B extremus à lucido remotior primæ partis terminus non incipiat moueri, nisi momento B: similiterque si pars prima duobus momentis B & C moueatur, vt totum orbem secundum occupet; terminus extremus secundæ partis non incipiat recedere nisi momento C: & iterum si secunda ista pars migret in tertium orbem duobus momentis C & D; superficies extrema tertiæ non incipiat moueri nisi momento D; & ita de alijs. Cùm itaque in isto progressu plura se successiuè consequantur momenta, satis constat non posse illum instanti vno indiuisibili compleri.

Præterea tamen quod dixi de motu propagato successiuè per partes suo ordine pulsas ab alijs priùs pulsis, manifestæ confirmant experientiæ statim referendæ: nec alia earum reddi ratio potest, quàm ea quam attuli sumptam ex condensatione partis medij tum vt pulsæ tum vt pellentis; vel (si non adsit condensatio) sumendam ex defluxu, secundùm quem non tota pars pulsa aut pellens mouetur versùs circumferentiam sed aliquid eius defluit ad latus, vt dicam ad secundam experientiam: nam seclusis condensatione ac defluxu, motus ille sine dubio propagaretur, non quidem instanti indiuisibili, sed tali modo, vt eodem tempore in omnibus æquè & simul partibus fieret; vt si baculum quantumuis longum à terra etiam ad stellas vsque pertinentem digito impellas, & moueas versùs cœlum interuallo temporis A totum eodem tempore A moues, quia nullæ eius partes eo impulsu defluunt, nullæ ex hypothesi condensantur.

Prima hæc sit experientia qua motum in aere ex alijs in alios orbes circa corpus sonans tempore propagari si non cernimus saltem concipimus imò & quodammodo tangimus, dum exploso eminus tormento bellico non statim auditu bombum excipimus, nec persentiscimus deriuatam in ædes ab aere commotionem: sed aliquo tempore postquam ignem vidimus tormento erumpentem: ita etiam dum alicuius, vbi Echo resonat, vociferantis vox primùm directa ad aures perfertur, & paulò pòst eadem ab Echo repulsa iterum auditur; facilè hinc patet dictam in aere motus cum voce propagationem non instanti fieri, videlicet ratione condensationis singulis vt dictum est partibus aeris priùs pulsis & postmodum pellere incipientibus.

Altera experientia. Si in stagnum lapillus proijciatur; motus à lapillo vndique imprimitur aquæ partibus quas percutit, hæ verò percussæ alias sibi proximas trudunt in orbem, & hæ rursus alias: ex quo cernitur vnda

per circulos concentricos magis ac magis extendi, ita tamen vt non solùm quò maiores euadunt circuli, eò magis languescat motus (quare & tandem prorsus euanescit) sed etiam successiuè & quidem satis tardè circuli alij post alios excitentur, & iam primi centro proximi videantur ferè extincti, dum alij exteriores præsertim longinquiores excitantur. In qua experientia, vt ratio reddatur cur non propagetur in instanti motus; si non recurritur ad supradictam partis cuiuslibet pulsæ ac pellentis condensationem, quia (vt audio fuisse multis experimentis comprobatum) aqua licet æneo tubo inclusa & impacto maxima vi embolo validissimè intus pressa nullam admittit condensationem; recurrendum erit ad defluxum, quo pars prima aquæ pulsa propter resistentiam ad motionem, secundùm aliquid sui potius defluit ad latus, quà liberum ei patet spatium in aere, quàm incipiat moueri versùs circumferentiam, & ita etiam secunda prius patitur defluxum quam &c. & ita de alijs; vnde prima pars non eodem instanti incipit pellere secundam, quo ipsa pelli cœpit à lapillo.

Motus qui à cordis diastole fit in arterijs, non instanti propagatur; sed tempore breuissimo insensibili: quòd non instanti fiant probant rationes suprà adductæ; nam vel sanguis arterialis non est ita contumax aduersùs condensationem sicut est aqua, atque adeo partes eius pulsæ, ac pellentes condensari aliquatenus possunt; vel nullatenus est capax condensationis: si primum; ratione illius, propagatio non potest esse instantanea ex dictis: si secundum; singularum partium pulsarum, & pellentium aliquid ad latus defluit, quod satis probat arteriæ pulsus in quo manifesta cernitur, & tangitur tumescentia: & hoc sufficit, vt dictum est, in aqua: quòd verò tam velociter propagetur; ratio est, quia sanguis arteria inclusus cum non facilem, ac prorsus liberum habeat defluxum ad latera, eodem ferè modo se habet, quo si rigidus non fluidus esset; dico ferè; non prorsus eodem modo.

A pari ergo dicendum est diaphanum tenuissimum viuidè ac validè commotum à lucido, pati suarum partium vel condensationem qualem in propagatione soni patitur aer, vel defluxum qualem in propagatione circularis vndæ patitur aqua; & vtrouis modo dicatur, necesse est, motus in diaphano propagationem prædictam successiuè fieri; & consequenter etiam lucis, si lux nihil aliud dicatur esse quàm is ipse motus, vt ad oculum propagatus, vel eius apparitio.

Magis adhuc instare possum argumento ad hominem, siquidem aduersarij refractionem lucis explicare nequeunt sua illa propagatione motus, nisi per maiorem in vno, & minorem in alio diaphano velocitatem quamuis inter se minimè consentiant sitne maior in denso quàm in raro velocitas, vt ex relatis *proposit.* 11 eorum sententijs constat. Cùm itaque in propagatione lucis, sit ex ipsis aduersarijs maior minorque velocitas impossibile est, ex ipsismet, vt sit instantanea, hæc enim vt euidens est in maiorem, ac minorem diuidi non potest. Nec dicere possunt propagatio-

nem

nem lucis in vno diaphano, vt aere, esse instantaneam, in alio verò, vt aqua, velut contumaciori velocissimam quidem sed non instantaneam: id enim falsum esse conuincitur, quia sicut propter densitatem aqueam aerea maiorem, propagatur lux tardiùs in aqua, velocius in aere; ita propter raritatem æthercam aerea maiorem, propagatur in æthere velociùs quàm in aere ob eandem rationem: ergo velocitas propagationis in aere non est instantanea; cùm habeat se maiorem in æthere, & ita de alijs, quia potest adhuc aliud medium esse rarius æthere. Ergo quantumuis lux &c. vt fuit propositum.

Propositio XIV.

Immediatam in distans actionem physicam esse impossibilem.

PEr actionem immediatam in distans, intelligo eam, qua agens per se ipsum, seu per vim sibi intrinsecam solitariè, vel ita concomitanter cum alio sibi extrinseco agente, vt quodammodo non per illud agendo, producat aliquid puta formam in subiecto à se distante per aliquod spatij localis interuallum: & huiusmodi actionem dico physicis agentibus esse impossibile. Id verò quod me nunc adigit, hac de re verba facere, est quia sententias varias suprà relatas de illuminatione directa, reflexa, refracta, suscepi discutiendas; in illis enim aliquæ sunt, quæ actionem ita immediatam supponunt, vt *proposit.* 9, aduerti. Propositionem autem puto me satis facilè probaturum, licet non paucos habeam aduersarios; illi enim non tam contendunt, quàm supponunt actionem in distans immediatam.

Et quidem prætermisso quòd Theologi magni nominis præsentiam Dei in rebus probant post sacram scripturam multis locis, ab eiusdem immediata in rebus operatione; tanquam pro explorato habentes, hæc duo simul vera esse minimè posse, Deum immediatè operari in rebus, & eundem ab illis abesse interuallo aliquo spatij localis; nullus puto Philosophorum actionem immediatam in distans concederet, nisi quia supposito illuminationem instanti indiuisibili fieri ad quamcunque distantiam, aliquibus id ita supponendum esse putantibus visum est eam esse necessariam, vel certè multùm vtilem ad expliandam illuminationem præsertim reflexam; nam rationem à priori quæ eam probet efficaciter, nemo quòd sciam hactenus protulit; à posteriori autem (seclusa experientia) nullus astruere potest nisi diuinando; cùm in experientijs debite discussis, vt postea videbimus, ne vestigium quidem appareat actionis propagatæ in distans, quæ ab vna eademque causa immediatè per se ipsam, aut virtutem sibi intrinsecam agente pendeat: nec qui id tenent tam facilè se in eam sententiam induissent, nisi necessariam vt dictum est, iudicassent; animus

enim

enim vel primo aſpectu eam refugit, & attentiùs conſiderata difficultatem habeat phyſicè inſolubilem, quantumuis aduerſarij terminis quibuſdam metaphyſicis implicantes varia reſponſa putent ſe poſſe ſoluere: ſed cogitet ſapiens Lector metaphyſica terminis metaphyſicis explicanda, phyſica phyſicis, nec diuerſarum obiecta ſcientiarum eſſe confundenda.

Vt igitur quod propoſui etiam probem: ſuppono nullum ens, eorum quæ in hac rerum natura exiſtunt, ita poſſe eximi à loco; vt reuera ac nemine etiam cogitante, exiſtat, non exiſtat autem alicubi, ſeu in aliquo loco, quem phyſicè occupet, & cui coextendatur vel ratione ſui vel ratione ſubiecti cui ineſt.

Nunc ſic argumentor. Actio ſi quid eſt à ſuo termino diſtinctum ante opus mentis, non eſt aliud quam eius in fieri actualis phyſica dependentia ab agente: item ſi eadem actio eſt aliquid ante opus mentis diſtinctum ab agente, nihil aliud eſt quàm actualis phyſicus eius in effectum influxus, quo ei tribuit eſſe. Quia verò ad dependentiam non eſt alia dependentia; aliàs enim per dependentias dependentiarum in infinitum procederetur; nec ſimiliter ad influxum influxus alius eſt; ſequitur actionem phyſicam ex parte ſui ab agente phyſicè non niſi ſe ipſa dependere; & ex parte agentis influxum in actionem, ipſammet eſſe actionem. Cùm autem hæc ita ſe habeant, euidens eſt meo quidem iudicio, actionem immediatam in diſtans prout ſupra in definitione explicata eſt, non eſſe phyſicè actionem vtpote quæ phyſicè nec ſit dependentia ab agente, nec influxus agentis: quod ſic oſtendo.

Phyſica immediata dependentia ab agente, & phyſicus eiuſdem immediatus influxus phyſicè eſſe vel concipi nequeunt ſine aliqua reciproca ſui cum ipſomet agente communione; quaſi dicerem; communi aliquo nexu immediato ſi non per veram vnionem, ſaltem per contactum phyſicum, hæc enim omnium minima eſt vnio, quæ inter ipſa eſſe poſſit. At contactus phyſicus requirit neceſſariò vt extrema duorum ſe tangentium ſint ſimul ſecundùm locum. Quia itaque actio in diſtans, & agens in diſtans, non poſſunt habere extrema quæ ſint ſimul ſecundùm locum (vt euidens eſt ex terminis & ratione diſtantiæ ſecundùm locum) ſequitur inter ea non poſſe eſſe contactum phyſicum immediatum; & conſequenter neque hinc influxum immediatum phyſicum, neque inde immediatam phyſicam dependentiam.

Dices primò præter contactum immediatum, qui ſupponit extrema ſe tangentium eſſe ſimul loco; alium eſſe contactum æquè phyſicum & immediatum qui ſufficiat ad immediatum influxum, & dependentiam, &c. nempe contactum virtutis. Optarem ego hìc vt aduerſarij, qui valde libenter vtuntur hic vocibus; mihi definirent, & dicerent quid per hanc virtutem attingentem intelligant: vel enim intelligunt aliquid ipsi agenti identificatum, siue etiam ſolummodo inhærens intrinſecè: vel intelligunt aliquid eidem extrinſecum & in medio inter ipſum atque actionem

poſi-

positum. Si primum; nihil dicunt: euidens enim est non magis posse eam virtutem attingere in distans, vtpote physicè non extensam in distans; quàm possit ipsum agens cuius terminis extensionis ea physicè concluditur; & si quis possit concipi attactus, qui ea virtute, vel ab ipsa fiat in distans, is erit attactus quidam intentionalis logicus abstractus, metaphysicus, aut quid simile; certè verò in physicis aliquid fictum. Si secundum dicant; est contra hypothesin; quia ex suprapostita definitione actionis immediatè in distans, necesse est, vt ea sit immediatè ab agente, nempe vt ab agente per se ipsum, seu per virtutem sibi intrinsecam: at ex vi mei argumenti agens non potest ita agere immediatè sine contactu aliquo physico immediato; ponere autem extra agens virtutem quæ sit illi medium attingendi in distans, idem est ac ponere virtutem, quæ sit illi medium agendi in distans: & ita actio in distans cui sufficiet contactus virtutis sic mediantis, non erit actio in distans immediata de qua hìc agimus.

Dices 2 actionem in distans cum agente continuari per actionem quæ simul ab eo in totum medium absque interruptione exercetur; & ita posse ab eodem immediatè dependere absque alio physico sui cum eo, nexu. Contra, quia vt euidens est, actio quæ in medium, non est physicè actio illa ipsa quæ in distans; sicut effectus qui in medio, non est physicè effectus, qui in remoto; licet fortè sit pars quodammodo integrans cum ipso vnum totalem. Cùm autem, vt initio ostensum est, actio sit ipsamet sui dependentia, impossibile est eam ab agente pendere physicè per aliquid quod physicè non sit ipsa. Ergo si tantùm per actionem, quæ in medium dependet; physicè non dependet: & quidquid aliud in medio ponatur, quod non sit ipsa, impertinens est ad eius constituendam dependentiam; cùm non nisi per se ipsam, vt dictum est, dependere apta sit.

Dices 3 posse actionem in distans, physicè immediatè dependere & physicum immediatum influxum actiuum posse physicè attingere in distans, absque omni physica sui per medium extensione, & absque omni sui cum agente nexu physico. Parum esset id gratis dici, nisi etiam in terminis contradictio inuolueretur, quam sic aperio: influxus physicus nisi aliquo modo physico attingat, & attingendo vtcunque copulet vtrunque extremum, nimirum agens à quo, & terminum ad quem est; erit influxus physicè interruptus: & similiter physica dependentia, nisi copulet aliquo modo physico agens à quo, & terminum cuius est dependentia; erit dependentia physicè interrupta: adeoque nullus erit is influxus, nulla erit ea dependentia. Siquidem ex vi terminorum, influxus qui physicè non attingit id, in quod est influxus (quod est influxum esse interruptum) non est influxus nisi ad summum inchoatus; perfectus autem & integer verè non est: & similiter dependentia quæ physicè non attingit id à quo est dependentia (quod est eam esse interruptam) non est dependentia ab eo, saltem pro statu pro quo illud non attingit: at nullus physicus status fingi potest, in quo actio non physicè dependeat ab agente. Si itaque actio-

nem

nem in distans dependere dicant aduersarij, & similiter influxum in distans attingere, absque sui extensione &c. hoc ipso fatentur nullum esse influxum, nullam esse dependentiam, & consequenter nullam esse actionem in distans, quæ ex supradictis sui ipsius dependentia & influxus est.

Dices 4 in actione in distant, ex negatione physici attactus solùm sequi interruptionem loci, non autem interruptionem influxus, & dependentiæ. Id etiam totum gratis dicitur; sed non impunè dicetur: quia euidenter influxus iste est aliquid physicum, & similiter dependentia; quemadmodum & actio ipsa vtrique identificata: at vt iam suprà supposui nullum physicum potest à loco physico ita eximi, vt non ei coextendatur, &c. Ergo si ab agente actio secundùm locum dirimitur; dirimitur etiam secundùm dependentiam; & reciprocè si ab actione agens dirimitur secundùm locum, dirimitur etiam secundùm influxum; nam influxus physicus, & physica dependentia non possunt physicè esse, & non in loco physico; in medio autem spatio (inter agens nimirum & actionem) locum habere non possunt tum propter ipsam dictam loci interruptionem; tum quia impossibile est actionem in loco physico esse in quo terminus eius non est; at terminus actionis in distans non potest esse in medio, alias actio non esset in distans.

Tota vis argumenti, quo hactenus probatum est actionis in distans dependentiam nullam esse, sicut & agentis influxum in ipsam; recidit cum pari efficacia in effectum seu terminum eiusdem actionis; is enim ab hac sua causa immediata, licet non tanta necessitate (id est non tam essentiali & indispensabili) pendeat, quanta pendet actio, maximè quando potest ab alia saltem numero diuersa effici; verè tamen physicè dependet; & non nisi per actionem, sicut non nisi per actionem velut per influxum accipit esse; ac proinde cùm, vt ostensum est, actio immediata in distans non sit possibilis propter interruptam dependentiam, & interruptum influxum; proper eandem quoque rationem impossibilis erit effectus, qui immediatè producatur ab agente distante.

Potest eadem actio immediata in distans impugnari egregiè argumento à simili. Sicut enim impossibile est mobile aliquod peruenire à termino à quo, ad terminum ad quem non transeundo per medium (loquor autem de huius generis mobili quod est in loco per sui cum eo physicam coextensionem, non de eo mobili (si quod est) quod aliquid putant esse in loco tantùm per operationem, ita impossibile est actiuitatem agentis ab ipso in effectum distantem extendi non per medium. Et sicut in transitu locali ad cõnectendas ambas extremas partes motus, necessariò requiritur in medio aliquid virtutis motricis si enim deest in medio virtus motrix interrumpetur motus, ita in actione in distans non sufficit qualecunque continuatiuum medium, sed requiritur aliquid actiuitatis, quo actiuitas ipsa extensa ab agente continuetur in distans; aliàs defectu eius, interrumpetur in medio actio.

Adde.

Adde. Sicut in transitu ex vno in alium locum, non sufficeret ad motus continuationem nisi in medio etiam esset motus eiusdem mobilis, & quidem secundùm idem mobilis; ita in actione in distans, nisi sit in medio actio seu influxus in eundem effectum, secundùm idem eius. At actiuitas agentis, propria & intrinseca ipsi, non potest esse in medio extra ipsum agens; primò quia vt sic iam illi non esset intrinseca. Secundo quia concipi non potest quid in rerum natura sit actiuitas illa, quæ diceretur esse in medio vbi effectum distantem, secundùm id eius quo est distans neque efficit, neque efficere potest propter subiectum, quod cùm sit distans non potest, vt sic, esse in medio. Multo verò minùs dici potest actionem in distans esse secundùm aliquid sui in medio, cùm in medio nullum habeat terminum, nec habere possit, alioqui iam hoc ipso non esset actio in distans.

Præterea, vt in eodem simili persistam, nulla est ratio cur actio immediata in distans quæcunque (physica tamen) sit magis possibilis, quàm motio localis immediata in distans; id est, qua sine medio mouendi moto ac mouente, pellatur mobile distans: at hanc euidentibus experientijs constat esse impossibilem. Igitur &c. Non puto autem faciliùs posse concipi actionem aliam cuiuslibet generis immediatam in distans, quàm localem motionem: nam mouens habet suam sphæram actiuitatis, quemadmodum quodlibet aliud agens; & motio, atque eius terminus quicunque is sit, non magis immediatè vel magis necessariò pendet ab immediatè mouente; neque minùs est independens à spatio locali, quàm quæuis alia physica actio eiusque terminus pendeat à suo immediatè agente, aut loci conditionibus astringatur. Cùm itaque euidenter sit impossibile distantem, verbi gratia, lapidem loco mouere immediata actione mouendi, ergo & quiduis aliud efficere in distans actione immediata: est enim omnimoda paritas.

Aduersarij hic se tueri putant, dum dicunt perticam quam manu impello, totam à me immediatè pelli, etiam extremam eius partem; & catenæ, quam traho, vltimum quoque annulum à me etiam immediatè trahi. Illi quidem hoc dicunt: sed quæso vnde norunt? si immediatè ego vltimum annulum traho, quare ad eius tractionem necessarij cæteri annuli mediatè trahentes? nam non traho vltimum, nisi per intermedios: idem de parte extrema perticæ. Certè si fiat vtrobique interruptio neque traho vltimum annulum, neque perticæ extremum impello: quod signum est me nihil in ea extrema immediatè egisse; id enim quod à me immediatè agitur, ab omni mediante est independens, & eo secluso perinde agitur; nec est argumentum vllum quo ostendi possit à me immediatè fieri, quod à me non nisi alio mediante fieri potest.

Dicent fortè, vltimi annuli tractionem (& ita de alijs similibus actionibus) esse duobus modis à me; mediatè quidem, quatenus per intermedios annulos etiam trahentes traho; immediatè autem quatenus concomitanter

mitanter cum illis traho. Sed contrà; primò quia ſi aliquo modo ſolùm concomitanter ago cum annulis intermedijs, & non per illos; quæ ratio eſt cur non poſſim concurſum illum concomitantem meum præbere; & alium pariter meum cohibere: ſunt enim ab inuicem diſtincti concurſus, ſicut actio mediata ab immediata diuerſa eſt? an ideo non poſſum vnum ſine alio exercere, quia duo ſimul confunduntur in vnica actione, quæ eſt tractio? Sed ſi confunduntur, vnde habent aduerſarij eſſe phyſicè duos concurſus? fortè data licet confuſione volunt eſſe duos æquiualenter, id eſt vnicum qui duobus æquiualeat? ſed hoc eſt rem adhuc magis confundere: is quippe concurſus mediato-immediatus (ſic enim vocari poterit) æquiualebit concurſui vni phyſico, ac vero, qui erit mediatus; & ſimul alteri phyſico, ſed ficto, qui erit immediatus. Vnde enim cognoſcitur poſſibilitas iſtius immediati ſeorſim ſumpti, cùm nullatenus poſſit actio manus trahentis per ſaltum deriuari in vltimum annulum.

Secundò in contrarium eſt, quia ſi dicere licet vltimum catenæ annulum immediatè à manu trahi, mediantibus licet cæteris annulis; pari iure licebit dicere trahi etiam immediatè ab eo, quem ego manu teneo; item ab eo cui iſte innexus eſt; & ſic de alijs: atque ita vltimi annuli tractio erit & à manu, & ab omnibus alijs annulis pariter immediatè; mediatè autem etiam ab omnibus, excepto penultimo; ſed ad quid ea multiplicatio concurſum? dicatur itaque clariùs & expeditiùs annulum, quem tenet manus, ab eadem immediatè trahi; & ab iſto ſic tracto trahi pariter immediatè illum cui ipſe immediatè innexus eſt; & ita de alijs ſuo ordine vſque ad vltimum qui trahatur; non trahat autem; quia vltimus nullum habet, quem trahat; hoc modo phyſicè loquendo ſingulæ actiones trahendi, ſunt immediatè à ſingulis ordinatis trahentibus; & nulla ex his eſt in diſtans. Quòd autem vulgò dicitur, eſſe actionem mediatam à manu vltimum annulum trahente per intermedios; id non eſt verum niſi denominatiuè logitè ſumpta occaſione ita loquendi ex eo quòd manus eſt prior in ſerie trahentium, & ipſa eſt primum principium totalis actionis à ſingulis in ſingulos annulos immediatè propagatæ; quilibet enim tractus vim habet alium trahendi immediatè; & id ſufficit phyſicè ad omnes colligatos vnà trahendos abſque actione manus immediata per ſe ipſam in vltimum; & ſimul mediata in eundem per intermedios.

Quod de hac actione trahendi dixi, debet ſeruata proportione pariter dici de qualibet alia actione phyſica, phyſicè in diſtans propagata ſiue à pluribus ordinatis agentibus cæteroqui mutuò ab inuicem independentibus, ſiue ab vno principali agente, atque ab eius virtute per medium diffuſa: præſertim cùm euidenter conſtet interijſſe aliquando principale agẽs dum interim ſuperſtes eius virtus agit, & effectum eundem ac eodem prorſus modo edit illo extincto, quo edidiſſet eodem ſuperſtite: hinc verò ſequitur actionem illam ab eo agente propriè & phyſicè, nullatenus; id eſt neque mediatè neque immediatè pendere: ſi enim poſt eius interitum

tum non pendet (vt certè euidens eſt,tunc non pendere) neque etiam ante interitum pendebat; cùm in vtraque hypoteſi perinde fiat. Vt mortuo poſt conceptum parente, perinde formatur, & animatur in vtero fœtus, ac ſi is eſſet in viuis. Interempta, perinde ac ſpirante, vipera, quæ momordit, virus ab ea infuſum ad cor prorepit & enecat. Plumbeam glandem ſclopo exploſam impreſſus ab igne impetus defert,igne licet extincto.

Et pari modo (cùm ſit par ratio) quælibet alia ſimilis agendi virtus influens proximè in effectum ſuo ſemper eodem (quod præcipuè notãdum) & ſuis ſemper æquali viribus conatu, erit ſola ſemper (id eſt ſiue extincta, ſiue adhuc vigente cauſa principali) cauſa eius phyſica totalis: principale autem agens,licet vigens, nihil phyſicè conferet ad eundem effectum (niſi fortè, vt aliquando ſit, ſubminiſtrando iugiter aliam atque aliam ſimilem virtutem) tum quia non poſſunt eiuſdem effectus plures eſſe cauſæ phyſicè efficientes totales; tum quia poſita totali, alia extra ipſam partialis, eſt ſuperflua; nec in conſortium actionis admittitur; tum denique quia ſi principale agens, per ſe aut virtutem ſibi intrinſecam aliquid poſſet; poſſet totum, nec vicariam virtutem extrinſecam adhiberet.

Verum quidem eſt actionem attribui principali agenti à quo ea virtus ipſi extrinſeca deriuata eſt: ſed ideo,vt dixi, & non alio titulo, attribuitur, quàm quia ab eo virtus immediatè pendet; eatenus enim actio quæ à virtute immediatè eſt, cenſetur, & dicitur modo loquendi morali quodammodo, nempe remotè & mediatè pendere ab agente principali.

Supereſt vt ea diluamus, quæ ab aduerſarijs obijciuntur, quæ magnam partem ducuntur ab experientijs, quarum rationem illi reddendam putãt per actionem immediatam in diſtans;putant inquam, non nam aliam rationem afferunt quàm quia nullus alius eis apparet modus dicendi rationabilis:ſed ſi experientiarũ negotium ad amuſſim phyſicam, vt decet non autem ad ſolum grammaticalem communem vſum vocum diſcutiatur; illæ ne veſtigium quidem habent actionis immediatæ in diſtans, & ad ſummum inferunt actionem mediatam.

Tales ſunt quas maximè vrgent experientiæ. Primò de ingente igne calorem producente in manu, quæ ab eo longè diſſita eſt. Secundò de globo prægrandi æneo aſſerem tangente ſolùm vno ſui puncto, & tamen ſe toto illum immediatè grauante ita vt etiam frangat. Tertiò de Sole aurum generante in terræ viſceribus. Quarto de Magnete ferrum à longe trahente,& alias ſimiles. Non eſt autem neceſſe rationes etiam congerere,quibus eaſdem experientias vehementiſſimè vrgent aduerſarij, cùm futurum ſtatim ſit, vt ex reſponſis noſtris euidenter conſtet eas non eſſe ad propoſitum. Experientiam verò, quam etiam illi cõmuniſſimè obijciunt, imò quæ illis potiſſima fuit huius amplectendæ ſententiæ occaſio, videlicet de Sole illuminante in diſtans, eam inquam hìc non refero;quia ea eſt quæ præcipuè in quæſtione à me nunc ponitur, & eidem ſpero me poſtmodum facturum ſatis ex fundamentis, quæ nunc iacio.

Reſpondeo itaque ad primum,euidens eſſe emitti ab igne ſpiritus igneos; emitti inquam ſiue exilire motu locali in diſtans; hi autem ad quoduis obuium alliſi,ac etiam intus ſe ſe inſinuantes per poros, calorem immediatè producunt,& ignem etiam:neque ad id neceſſaria eſt immediata ignis diſtantis cooperatio; ſed ſufficit vt ignis iugi effluuio ſpiritus ſuppeditet; ſuppeditat autem eò plures & confertiores, quò maior ipſe & vehementior eſt.

Ad 2, nullo negotio ſatisfieri poſſe ex dictis *lib. 3 ad 3 poſtul. lem. 2 de diametro impulſus,& de centro percuſſionis*:ex his enim intelligitur quomodo grauitas omnium partium globi vim faciat in puncto contactus: qui modus in eo conſiſtit, quòd partes globi ſuperiores in ſubiectis partibus, & hæ in puncto contactus: producant non grauitatem, vt aduerſarij putant à nobis reſponſum iri; ſed impulſum, qui totus (vt dicto loco explicatum eſt) ad percutiendum, ſiue impellendum, perinde eſt, colligitur in punctum contactus, in eoque viget. Nec putent non poſſe vigere quaſi id punctum ſit indiuiſibile; eſt enim id punctum aliquid phyſicum, & phyſicè non fit contactus ille in puncto mathematico.

Ad 3. Quia Autores vidi qui id aſſerant velut ſibi euidens; optarem ego, vt non ita nudè id illi dicerent, ſed rationem aliquam à priori vel ſaltem à poſteriori proferrent, qua mihi etiam euidens fieret Solem intrinſeca ſua vi producere immediatè aurum,vel aliud quiduis in terræ viſceribus;& donec id probent,ego non cogor ad aſſenſũ;vnde iam nego eam experientiã.

Ad 4 ſatisfaciunt ex dictis illi omnes qui effluuium in Magnete agnoſcunt ſubtiliſſimorum ſpirituum,quibus nempe cognatum ſibi ferrum ſollicitat ac pellicit: & ita actio Magnetis in ferrum eſt mediata in diſtans, ſenſu ſupradicto, non autem immediata.

Obijcere præterea poſſunt aduerſarij,nullam in hac ſententia quam defendo poſſe eſſe ſphæram actiuitatis quorumcunque agentium; cùm nulla poſſint agere in diſtans etiam mediatè: ſiquidem ex dictis à me,actio mediata non eſt propriè & phyſicè, ſed tantùm dominatiuè logicè ab agente remoto: id autem eſt contra communem tum loquendi modum, tum ſenſum. Reſp. ſphæram actiuitatis ad immediatè agendum non concedo vlli agenti aliam vel maiorem, quàm quæ circumſcribitur terminis cuique agenti in circuitu immediatè contiguis: ſphæram autem actiuitatis ad mediatè agendum, cuilibet agenti permitto tantam quantam ipſi natura præſcribit; & neque eam contraho, neque potraho. Quòd verò dixi actionem quamcunque eſſe propriè ac phyſicè à ſuo ſolo immediato agente; à remoto autem ac mediato eſſe tantùm dominatiuè, id non reſtringit vel tollit ſphæram actiuitatis; ſed ſolùm exprimit modum & ordinem quo partialibus ſuis agentibus aſſignandæ à Phyſico philoſopho ſunt quælibet partiales actiones conflantes vnam totalem,quæ non ab vno ſed à pluribus intra aliquod ſpatium ſubordinatis inuicem, aut ſanè quodammodo ordinatis agentibus exercetur quaſi per manus: in quo conſiſtit id quod communiter vocatur ſphæra actiuitatis.

Pro-

Propositio XV.

Speculum reflectens, & secundum diaphanum refringens, non ita sunt causa reflexionis, & refractionis, vt ipsam quoque lucem reflexam, vel refractam physicè efficiant; aut ad efficiendam physicè concurrant.

PRima pars patet; quia ſpeculum reflectens opacum eſt, & eò viuidiùs reflectit, cæteris paribus, quò maiorem habet opacitatem; vt experientia oſtendit in ſpeculo cryſtallino, quod licet ex ſe, vt cryſtallinum eſt, aliquid habeat opacitatis (non enim adæquat perſpicuitatem aeream) niſi tamen hydrargiro opaciſſimo & ſtanni bractea hydrargirum fixante terminetur, euanidam edit reflexionem; & nullam ederet, ſi nullam haberet opacitatem. Opacum autem quà opacum, eſt nullam externam admittit intra ſe lucem, aliàs enim vt opacum eſt diaphanum eſſet, quæ ſunt contradictoria; ergo ſignum eſt nullam in opaco lucem eſſe internam ipſi propriam: nam ſi haberet, luceret, & externam ſibi cognatam non reſpueret. Cùm itaque ſpeculum habeat adeo repugnantes luci diſpoſitiones, næ lucis ad extra generandæ incapax erit, ſicut & in ſe recipiendæ: vel dicendum eſſet tenebras ipſas, quæ in opaco vt opaco ſunt, eſſe lucis fœcundas. Ergo quantumuis ſpeculum ſit reflexiuum lucis, non tamen eſt eiuſdem phyſicè ex ſe effectiuum; ac proinde neque coeffectiuum, cùm coefficere ſupponat efficere.

Secunda pars, eadem ratione ſuo modo, ſeruata proportione, applicata, probatur. Secundum enim diaphanum refringens ad perpendicularem, eſt neceſſariò opacum reſpectu primi, id eſt minùs perſpicuum illo, vt cryſtallus aere; euidens enim eſt à cryſtallo quantumlibet limpida & & alias plana, radijs oppoſita ſolaribus, vmbram effici in charta candidiſſima, vmbram autem efficere non poteſt niſi opacum pro ratione ſuæ opacitatis. Cùm itaque, vt oſtenſum eſt, opacum quà opacum, lucem neque efficiat neque coefficiat, euidens eſt cryſtallum dum refringit ad perpendicularem, non ſimul efficere, ac proinde neque coefficere phyſicè lucem refractam. Cùm autem eam non efficiat, neque coefficiat, dum ad perpendicularem refringit; euidens eſt ob eandem rationem, nec poſſe etiam efficere aut coefficere dum à perpendiculari refringit; dum ſcilicet refringit lucem incidentem ex alio diaphano cuius maior ſit denſitas quàm cryſtalli, vt eſt montanæ reſpectu fuſæ. Et quia à cryſtallo, vt dictum eſt, refringente à perpendiculari, lux refracta non phyſicè efficitur, aut coefficitur; ſequitur eandem neque effici, vel coeffici ab aere, aut quouis alio diaphano refringente etiam à perpendiculari: quandoquidem refracta ab vno diaphano, non minùs habet veram ſuam cauſam efficientem totalem

absque illo ; quàm refracta ab alio diaphano habeat absque vel extra ipsum. Ergo speculum reflectens, & secundum diaphanum refringens &c. vt fuit propositum.

Corollarium.

HInc collige in explicanda reflexione, vel refractione non bene recurri ad vim speculi, aut secundi diaphani, quasi productiuam, seu generatiuam lucis, quo modo recurritur à tenentibus sententiam *prop.* 10. *num.* 1 relatam.

Propositio XVI.

Lucis per totum diaphanum propagatio non est à fœcunditate; quæ post lucidum sit in qualibet lucis parte ad aliam sibi similem in proxima diaphani parte generandam.

PEr propagationem hìc intelligo vnam à pluribus seriatim elicitis constantem actionem, qua lux alia aliam producat in alia atque alia parte diaphani: eo ferè modo quo ignis ignem gignit in pyrio puluere tractim sparso. Et huiusmodi actione dico non fieri lucem in aere, verbi gratia, dum is à Sole illuminatur; idque probo, quia ea posita propagatione tolli necesse est legem linearum rectarum, quam tamen in illuminatione cõstat à natura seruari religiosissimè. Si enim quælibet lucis particula fœcunda est alterius similis, æquè eam gignet ad latus, atque à fronte in directum; si subiectum vtrobique subsit æquè dispositum; quandoquidem ipsa quantùm est de se, quauersum fœcunda est; cur enim à fronte sit fœcunda, à latere sterilis? at diaphanum homogeneum vt æther, aer, crystallus &c. est omni sui parte æquè dispositum, ergo &c. Ita cernimus dum à silice excutitur scintilla, & fomite arido suscipitur; ignem inde propagatum serpere paulatim, & nullam obseruare linearum rectarum legem, sed indifferenter fomitem quaquauersum inuadere; quà dispositiones ipsum admittunt. Igitur à pari si lux propagatione simili producitur; similiter à lege linearum rectarum eximitur: poterit ergo lux hac lege soluta radios habere sensibiliter curuos etiam in eodem homogeneo diaphano; imò in ea propagatione, quælibet lucis scintilla sphæram lucis generaret circa se (vbi saltem non esset alia lux) est enim sphæricè actiua, vt iam dixi, & subiectum est æqualiter vndique dispositum; cùm vt suppono sit homogeneum, hæc tamen sphærica lucis propagatio non conuenit de facto cuilibet lucis particulæ, imò nulli, sicut neque curua. Ergo &c.

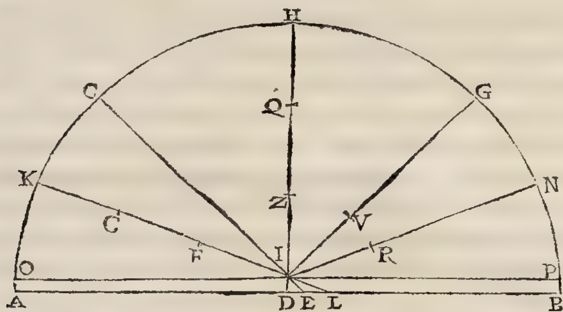
Præterea si lux fieret prædicto propagationis modo, impossibile esset vt lucis reflexio & refractio fieret talis, qualem fieri constat, vt ostendam

ſequenti propoſitione, ergo dicendum lucis per diaphanum propagationem non eſſe à fœcunditate &c. vt fuit propoſitum.

Propoſitio XVII.

Si in totali per diaphanum propagatione lucis, pars eius vna, proles alterius eſſet; lux reflexa vel nulla foret, vel non teneretur legè æqualitatis angulorum incidentiæ, & reflexionis. Et ſimiliter lux refracta, vel nulla eſſet, vel non ex lege, ex qua refractiones fiunt.

DVæ poſſunt eſſe reflexiones ſicut & incidentiæ, videlicet perpendicularis & obliqua. Primò itaque probo de perp. Sit O P ſpeculum; H lucidum; & linea incidentiæ perpendicularis H I; in linea autem H I lucidum H producat lucem H Q; & hæc aliam Q Z, & hæc ſubinde aliam



Z I vſque ad ſpeculi O P contactum. Dico non poſſe fieri per eandem lineam I H reflexionem; nam non aliter fieri poteſt quàm ſi pars lucis Z I, quæ nihil adhuc lucis produxit, & tamen fœcunda ſupponitur, producat illam, cuius eſt fœcunda in eadem linea I H: at eam in ea linea producere non poteſt, nam vel producet in dictæ lineæ parte I Z vel in parte Z Q; non primum, quia nulla forma eſt actiua in ſuum ſubiectum: non ſecuncundum, quia nulla forma eſt actiua in ſuam cauſam, ſeu ſubiectum ſuæ cauſæ, agens enim non agit niſi vt aſſimilet ſibi paſſum: at ſubiectum Q Z iam ſupponitur ſimile ſubiecto I Z, & hoc ſibi ipſi neceſſariò eſt ſimile; ergo lucis particula quæ in I Z eſt, nõ poteſt producere ſimilem in ſubiecto I Z, neque in ſubiecto Z Q; ergo neque tota in I H: non enim producet in Q H, tum quia ſic produceret per ſaltum, actione in diſtans quæ ex *propoſ.* 14 non eſt poſſibilis; tum quia ſic producere æquè poſſet in ipſo lucido H, quod ſanè multo minùs poteſt ſibi aſſimiliare; cùm in eo ſit multo

maior lux. Ergo non fiet reflexio perpendicularis: ergo si qua est ex incidentia perpendiculari reflexio, non fiet ex lege æqualitatis angulorum, &c. Secundò probatur de obliqua. Posito vt suprà speculo O P, sit lucidum in K, & ab eo lux propagetur per lineam K I angulo incidentiæ acuto K I O, ita videlicet vt K producat lucem in K C, & K C lux producat sibi similem in C F, & hæc rursus aliam in F I vsque ad contactum speculi obliquè oppositi O P; qui contactus fiat in I puncto incidentiæ: vbi propter impedimentum speculi desinet lux propagari vlteriùs per lineam K I versùs L; supposito itaque rectam I N facere cum O P in puncto I angulum N I P æqualem angulo incidentiæ priùs sumpto K I O, dico non esse vllatenus necesse vt ex vi huiusmodi propagationis (qua nunc supponitur lux progigni) propagatio reflexè dirigatur per lineam I N, sed æquè posse vi eius dirigi per lineam I G facientem cum O P angulum diuersum, maiorem scilicet vel minorem ipso N I P.

Primò enim lux vltra I, non propter aliud desinet propagari per lineam K I versùs L, quàm quia vltra I non est subiectum lucis capax; nam si esset capax in I L, tam produceretur ibi, quàm producta fuit in F I; nempe quia lux F I supponitur potens eam ibi producere; igitur quòd lux F I fœcunditatem suam exerceat in I R per lineam I N, potius quàm in I L per incidentiæ lineam K I productam, ideo solùm est quia in I L subiectum est incapax, in I R est capax: si igitur præter I R aliud subiectum est æquè capax, vt in I V per lineam I G; & lux F I sit æquè potens producere lucem (cuius fœcunda est) in I V ac in I R, & aliunde non sit magis determinata ad producendam in I R, quàm in I V; necesse est, vt vel neque in I V neque in I R producat, defectu determinationis; aut ratione paritatis, vtrobique producat: primo autē modo perit funditus reflexio, & secundo modo perit anguli reflexionis cum angulo incidentiæ æqualitas; quia si non esset in I R subiectum capax, non ibi produceret sicut neque in I L; sed solùm produceret in I V: at lux F I est sine dubio æquè potens suum foetum edere in subiectis æquè capacibus, & quibus ipsa æqualiter applicatur vt supponitur I R, I V; & aliunde non est determinata ad vnum ex illis potius, quàm ad aliud: si enim ad vnum specialiter determinata est, peto à quo? certè si ab aliquo, non ab alio quàm a speculo O P: sed si hoc ita est; tollamus speculum O P, ponamusque saxum quod sit æquè opacum & impediat consequenter propagationem in I L; ita tamen vt sinat I R, & I V esse, vt priùs, capacia: hoc posito lux F I non determinatur à speculo quod non adest, saxum autem permittit ei totam suam vim, & ex parte sui nihil minùs confert, quàm conferret speculum; siquidem speculum nihil agebat in ipsam neque cum ipsa; si enim in ipsam agebat quid producebat? non motum localem, quia ipsa non potest moueri loco sine subiecto suo in quo est nempe F I; non virtutem actiuam, ipsa enim est vis agendi sua: nec aliud superest quod à speculo possit in ipsa prodduci: cum ipsa autem nihil producebat speculum; nam si quid producebat erat ipsa lux in I R: at speculum

lum vtpote opacum & nihil in ſe continens lucis imò impediens lucis in ſe ingreſſum, non poteſt eſſe productiuum, ergo neque comproductiuum lucis vt *propoſitione* 15 dicebatur quomodo autem poſſit aliter lucem F I determinare ad producendam I R non video; nec aſſignare poſſunt aduerſarij; ergo lux F I à ſpeculo non determinabatur: ergo erat indeterminata, vt probare oportebat. Hinc autem ſequitur, vt ſiqua fiat vi eius reflexio, ſeu propagatio lucis in alia linea; ea non neceſſariò vi eius fiat ad angulum æqualem angulo incidentiæ. Et cùm nulla alia adſit cauſa, vi cuius neceſſariò ita fiat; prorſus non aſtringetur legi æqualitatis angulorum, &c. quod fuit primò propoſitum.

Quod verò propoſitum eſt ſecundo loco, probatur eodem penitus argumento vim vtrobique habente æqualem: ſi enim ſit O A P B cryſtallus & eius ſuperficiem O P attingat in I pars F I lucis, vt dictum eſt, propagatæ ſecundùm lineam K I in aere, non eſt ratio cur F I generet intra cryſtallum lucem I E refractè ad perpendicularem I D; potius quàm lucem I L irrefractam, ſecundùm priorem directionem ipſius K I; cùm cryſtallus non maiorem habeat diſpoſitionem in linea I E, quam habeat in linea I L vel alia quacunque; nec, vt dictum iam eſt, magis ex parte ſui determinata ſit F I ad producendum lucem in I E quàm in I L; certè non magis, quã ſi ipſa F I eſſet in linea C I quemadmodum eſt in K I: ergo F I generabit lucem tam in I L, quàm in I E; vel omnino intra cryſtallum non generabit; & ita vel nulla erit lucis propagatio inter cryſtallum diaphanum; vel erit confuſa, id eſt refracta partim, partim irrefracta; vtrunque autem eſt euidenter contra experientiam. Igitur &c.

Propoſitio XVIII.

Lux quæ illuminatione directa in toto diaphano eſt, non in eo efficitur à fœcunditate lucidi vim illuminatricem ſuam intendentis, & actionem dirigentis in illud.

HÆc propoſitio eſt contra ſententiam *numero* 3 *prop.* 9 relatam: non dico autem Solem, verbi gratia, non eſſe cauſam phyſicè efficientem lucis, quæ hìc in aere eſt, exorto Sole; ſed dico eam lucem neque fieri hìc in iſto aere, neque fieri à Sole vim aut actionem illuminandi dirigente huc in iſtum aerem, ita vt actio in hoc aere recipiatur ad eum modum, quo actio quælibet agentis naturalis recipitur in ſubiecto phyſico ſimul cum forma cuius eſt productio; & id probo in hunc modum. Sol in aere iſto ſi lucem efficit eo ſenſu; vel id præſtat agendo immediatè per ſe ipſum, ſeu per virtutem ſibi intrinſecam; vel agendo mediatè per virtutem à ſe extra ſe diffuſam; vel agendo vtroque ſimul modo: at nullo ex his id poteſt, ergo &c. Maior eſt euidens propter adæquatam enumerationem; impoſſibile

maior lux. Ergo non fiet reflexio perpendicularis: ergo ſi qua eſt ex incidentia perpendiculari reflexio, non fiet ex lege æqualitatis angulorum, &c. Secundò probatur de obliqua. Poſito vt ſuprà ſpeculo O P, ſit lucidum in K, & ab eo lux propagetur per lineam K I angulo incidentiæ acuto K I O, ita videlicet vt K producat lucem in K C, & K C lux producat ſibi ſimilem in C F, & hæc rurſus aliam in F I vſque ad contactum ſpeculi obliquè oppoſiti O P; qui contactus fiat in I puncto incidentiæ: vbi propter impedimentum ſpeculi deſinet lux propagari vlteriùs per lineam K I versùs L; ſuppoſito itaque rectam I N facere cum O P in puncto I angulum N I P æqualem angulo incidentiæ priùs ſumpto K I O, dico non eſſe vllatenus neceſſe vt ex vi huiuſmodi propagationis (qua nunc ſupponitur lux progigni) propagatio reflexè dirigatur per lineam I N, ſed æquè poſſe vi eius dirigi per lineam I G facientem cum O P angulum diuerſum, maiorem ſcilicet vel minorem ipſo N I P.

Primò enim lux vltra I, non propter aliud deſinet propagari per lineam K I versùs L, quàm quia vltra I non eſt ſubiectum lucis capax; nam ſi eſſet capax in I L, tam produceretur ibi, quàm producta fuit in F I; nempe quia lux F I ſupponitur potens eam ibi producere; igitur quòd lux F I fœcunditatem ſuam exerceat in I R per lineam I N, potius quàm in I L per incidentiæ lineam K I productam, ideo ſolùm eſt quia in I L ſubiectum eſt incapax, in I R eſt capax: ſi igitur præter I R aliud ſubiectum eſt æquè capax, vt in I V per lineam I G; & lux F I ſit æquè potens producere lucem (cuius fœcunda eſt) in I V ac in I R, & aliunde non ſit magis determinata ad producendam in I R, quàm in I V; neceſſe eſt, vt vel neque in I V neque in I R producat, defectu determinationis; aut ratione paritatis, vtrobique producat: primo autẽ modo perit funditus reflexio, & ſecundo modo perit anguli reflexionis cum angulo incidentiæ æqualitas; quia ſi non eſſet in I R ſubiectum capax, non ibi produceret ſicut neque in I L; ſed ſolùm produceret in I V: at lux F I eſt ſine dubio æquè potens ſuum foetum edere in ſubiectis æquè capacibus, & quibus ipſa æqualiter applicatur vt ſupponitur I R, I V; & aliunde non eſt determinata ad vnum ex illis potius, quàm ad aliud: ſi enim ad vnum ſpecialiter determinata eſt, peto à quo? certè ſi ab aliquo, non ab alio quàm a ſpeculo O P: ſed ſi hoc ita eſt; tollamus ſpeculum O P, ponamuſque ſaxum quod ſit æquè opacum & impediat conſequenter propagationem in I L; ita tamen vt ſinat I R, & I V eſſe, vt priùs, capacia: hoc poſito lux F I non determinatur à ſpeculo quod non adeſt, ſaxum autem permittit ei totam ſuam vim, & ex parte ſui nihil minùs confert, quàm conferret ſpeculum; ſiquidem ſpeculum nihil agebat in ipſam neque cum ipſa; ſi enim in ipſam agebat quid producebat? non motum localem, quia ipſa non poteſt moueri loco ſine ſubiecto ſuo in quo eſt nempe F I; non virtutem actiuam, ipſa enim eſt vis agendi ſua: nec aliud ſupereſt quod à ſpeculo poſſit in ipſa prodduci: cum ipſa autem nihil producebat ſpeculum; nam ſi quid producebat erat ipſa lux in I R: at ſpeculum

lum

lum vtpote opacum & nihil in ſe continens lucis imò impediens lucis in ſe ingreſſum, non poteſt eſſe productiuum, ergo neque comproductiuum lucis vt *propoſitione* 15 dicebatur quomodo autem poſſit aliter lucem F I determinare ad producendam I R non video; nec aſſignare poſſunt aduerſarij; ergo lux F I à ſpeculo non determinabatur: ergo erat indeterminata, vt probare oportebat. Hinc autem ſequitur, vt ſiqua fiat vi eius reflexio, ſeu propagatio lucis in alia linea; ea non neceſſariò vi eius fiat ad angulum æqualem angulo incidentiæ. Et cùm nulla alia adſit cauſa, vi cuius neceſſariò ita fiat; prorſus non aſtringetur legi æqualitatis angulorum, &c. quod fuit primò propoſitum.

Quod verò propoſitum eſt ſecundo loco, probatur eodem penitus argumento vim vtrobique habente æqualem: ſi enim ſit O A P B cryſtallus & eius ſuperficiem O P attingat in I pars F I lucis, vt dictum eſt, propagatæ ſecundùm lineam K I in aere, non eſt ratio cur F I generet intra cryſtallum lucem I E refractè ad perpendicularem I D; potius quàm lucem I L irrefractam, ſecundùm priorem directionem ipſius K I; cùm cryſtallus non maiorem habeat diſpoſitionem in linea I E, quam habeat in linea I L vel alia quacunque; nec, vt dictum iam eſt, magis ex parte ſui determinata ſit F I ad producendum lucem in I E quàm in I L; certè non magis, quã ſi ipſa F I eſſet in linea C I quemadmodum eſt in K I: ergo F I generabit lucem tam in I L, quàm in I E; vel omnino intra cryſtallum non generabit; & ita vel nulla erit lucis propagatio inter cryſtallum diaphanum; vel erit confuſa, id eſt refracta partim, partim irrefracta; vtrunque autem eſt euidenter contra experientiam. Igitur &c.

Propoſitio XVIII.

Lux quæ illuminatione directa in toto diaphano eſt, non in eo efficitur à fœcunditate lucidi vim illuminatricem ſuam intendentis, & actionem dirigentis in illud.

HÆc propoſitio eſt contra ſententiam *numero 3 prop. 9* relatam: non dico autem Solem, verbi gratia, non eſſe cauſam phyſicè efficientem lucis, quæ hìc in aere eſt, exorto Sole; ſed dico eam lucem neque fieri hìc in iſto aere, neque fieri à Sole vim aut actionem illuminandi dirigente huc in iſtum aerem, ita vt actio in hoc aere recipiatur ad eum modum, quo actio quælibet agentis naturalis recipitur in ſubiecto phyſico ſimul cum forma cuius eſt productio; & id probo in hunc modum. Sol in aere iſto ſi lucem efficit eo ſenſu; vel id præſtat agendo immediatè per ſe ipſum, ſeu per virtutem ſibi intrinſecam; vel agendo mediatè per virtutem à ſe extra ſe diffuſam; vel agendo vtroque ſimul modo: at nullo ex his id poteſt, ergo &c. Maior eſt euidens propter adæquatam enumerationem; impoſſibile

bile enim eſt alium producendi, vel agendi modum excogitare; cùm inter actionem immediatam, & mediatam non ſit aliud medium quam quod ex vtraque participat. Minor probatur per partes. Et quidem quoad primam partem euidens eſt Solem non poſſe per ſe ipſum aut virtutem ſibi intrinſecam aliquid in hoc aere inferiori immediatè producere niſi actione immediata in diſtans; euidens enim eſt magnam eſſe inter Solem & hunc aerem diſtantiam: at *per* 14 *prop.* actio immediata in diſtãs eſt impoſſibilis, & conſequenter etiam omnis directio actionis in diſtans, ergo, &c. Et hinc etiam conſtat tertia pars eiuſdem minoris, quia *ex vi eiuſdem* 14 *prop.* actio in diſtans immediata non ſolùm ſolitariè ſumpta, ſed & ſumpta cum conſortio mediatæ eſt impoſſibilis. Secunda autem pars ſic probatur. Virtutem illam vel producit Sol in aere; vel ex ſe profert, ac emittit motu locali per aerem in aerem; neque eſt inter hæc duo medium. Si primum; redit argumentum iam factum de actione immediata in diſtans, quia hæc virtus fieret in aere à Sole multum diſtante: præterquam quod ſi ad lucis in aere productionem requiritur neceſſariò effuſa per aerem virtus; & ad huius quoque productionem in aere, neceſſaria erit alia pariter effuſa, cum progreſſu in infinitum. Si ſecundum dicatur; cur non æquè dicitur lucem ipſam à Sole hoc modo effundi abſque huiuſmodi virtute? quo enim argumento conſtat poſſe virtutem, lucem autem non poſſe ita diffundi: eſſet vero longè conuenientius ſi ipſa in ſe formaliter, non in ſemine virtualiter emitteretur, ſi id non repugnat. Denique licet illud ſecundum diceretur, vera eſſet nihilominus minoris pars illa ſecunda, quam hìc probo; quia effundi per aerem in aerem, non eſt fieri in aere. Patet ergo propoſitum, quod tamen amplius conſtabit *ex prop.* 20 & 21, vbi oſtendetur nullam, etiamſi hoc eſſet, fore illuminationem reflexam, nullam refractam.

Propoſitio XIX.

Lux quæ illuminatione reflexa in diaphano eſt, non in eo phyſicè efficitur à fœcunditate lucidi vim illuminatricem ſuam, vel ipſam illuminandi actionem retorquentis ob ſpeculum impediens vlteriorem eius directionem.

HÆc propoſitio eſt directè contra ſententiam *prop.* 10 *num.* 2 relatam. Non dico autem Solem, verbi gratia, non eſſe cauſam phyſicè efficientem lucis reflexæ, quæ ſimul cum directa; vel etiam cum alia multiplici reflexa in aere eſt ad focum ſpeculi concaui parabolici: ſed dico eam non ibidem in aere effici à Sole vim ſuam vel actionem, in eam aeris partem retorquente ſeu replicante propter offendiculum ſpeculi parabolici impedientis ne illuminatio vlteriùs in directum ab ipſo Sole promoueatur:

tur : quod in hunc modum demonſtro ex præcedentibus. Quia enim *ex prop.* 14 impoſſibilis eſt directio actionis illuminandi in diſtans impoſſibilis æquè, imò à fortiori eſt eiuſdem actionis replicatio, ſeu reflexio. Ergo neque ſpeculum impedit quominus illuminationis directio vlteriùs à Sole promoueatur, vtpote cùm ea ſit aliunde impoſſibilis; neque Sol illuminationem quam in ſpeculum non direxit, poteſt inde à ſpeculo replicare: neque ea replicata lucem in foco ſpeculi phyſicè efficere. Ergo lux quæ illuminatione reflexa, &c. vt fuit &c.

Propoſitio XX.

Quamuis eſſet lucido fœcunditas genitrix lucis illuminatione directa in parte remota diaphani; non tamen propterea eſſe poſſet illuminatione reflexa.

HÆc prop. eſt etiam ſed ex abundanti, contra ſententiam *propoſit.* 10 *num.* 2 relatam. Non dico autem ſimpliciter lucem reflexam, quæ ſimul cum directa in aliqua parte aeris eſt, non effici ibi à Sole conuertente illuminationem ob ſpeculum impediens vlteriorem eius directam propagationem; id enim eſt quod dixi *propoſit. præcedenti*; ſed vlterius nūc dico, licet aliqua lux in hac diaphani parte poſſet à Sole effici illuminatione directa ad placitum aduerſariorum; non propterea tamen poſſe aliam in eadem diaphani parte ab eodem Sole effici illuminatione reflexa, quaſi compenſaturo detrimentum, quod ab ſpeculi obice patitur, id eſt ſi lucidum A (ex hypotheſi data non conceſſa) lucem directè efficiat in tota A C linea diaphani, & mox conſtituto perpendiculariter ſpeculo in aliquo eius puncto B lucem vltra B non producat in B C dico non propterea fore vt in B A (reflexione ſcilicet perpendiculari, quæ per eandem lineam fit) compenſatiuè efficiat id lucis quod effeciſſet in B C, ſecluſo ſpeculo B: reflexionem autem aſſumo perpendicularem quia faciliùs in ea percipitur vis argumenti, & ea ſola ruente ſufficienter oſtenditur falſitas ſententiæ oppoſitæ, quamuis alioqui poteſt idem vel ſimile argumentum fieri de obliqua, vt ex dicendis conſtabit. Sic itaque argumentor.

A B C

Primò omne agens neceſſarium productiuum formæ ex ſubiecto, cùm primùm poteſt agit in quaſlibet ſubiecti partes (quæ intra Sphæram actiuitatis eius ſunt) quantùm poteſt pro ratione cum actiuitatis ſuæ, tum capacitatis earum; ita vt & totam earum capacitatem tunc expleat ſi poteſt; & vim ſuam, quam tunc habet in eas vt ita capaces exerat totam nulla habita ratione effectus, quem ſimilibus alijs partibus communicabit, vel communicaturum eſſet ſi non impediretur. At Sol directè illuminans, eſt agens neceſſarium, & vim illuminatricem ſuam habet tunc totam ſimul,

mul, nec nouam mox acquirit, qua reflexè illuminet; linea verò A B non eſt magis capax recipiendæ lucis poſt directam illuminationem, quàm ante. Ergo ſi Sol directè illuminans diaphani lineam A B efficit in ea lucem tanquam formam in ſubiecto phyſico, cõſequenter directa illuminatione efficit in ea quidquid lucis tum illa à Sole recipere, tum ipſe in eadem efficere poteſt; ita vt nihil ſuperſit lucis quod poſſit amplius Sol in A B efficere illuminatione reflexa. Ergo non ſolùm reflexio lucis in A B non eſt eiuſdem in B A reflexa effectio; ſed nec foret reflexio vlla, etiam dato non conceſſo, quòd directa illuminatio eſſet lucis in diaphano directa effectio.

Maior eſt certa: quia agens neceſſarium vim actiuam ſuam ex parte ſui quantam habet applicat ſubiecto pro ratione capacitatis quæ in eo eſt, nec poteſt eam diminutè applicare, quaſi omittens impendere in hoc ſubiectum, quod alijs ſuo ordine diſtribuendum reſeruat; mox autem rependens, cùm reperit alia non adeſſe quibus diſtribuat; is enim agendi modus conuenit ſolis agentibus ex cognitione, & deliberatione non autem agentibus ex neceſſitate, quæ cùm non poſſint vim actiuam cohibere ad placitum, agunt quantùm poſſunt cùm primùm poſſunt.

Minor non minus patet 1, quoad primam partem, Sol enim directè illuminans non eſt agens ex cognitione, vel liberum; & illuminatio directa, neceſſitate naturæ exercetur. 2, quoad 2 partem, quia ſpeculum non auget Solis vim illuminatricem, ſicut neque per aduerſarios minuit. 3, quoad tertiam partem qui illuminatio directa nullam poſitiuè contrariam luci diſpoſitionem à linea A B abſtulit; nam vel nulla talis erat diſpoſitio, vel ſi fuit remanet eadem; non poteſt autem ſubiectum eſſe poſitiuè magis capax ad recipiendum aliquam formam, niſi remotione poſitiuæ diſpoſitionis contrariæ. Bene ergo ſequitur quod infertur.

Quia tamen experientia conſtat plus eſſe lucis in linea A B poſt reflexam illuminationem, quàm eſſet poſt ſolam directam; ſequitur illud alio modo in ea eſſe quam per ſui effectionem in ipſa, vnde & inferes ad confirmationem *prop.* 18 lucem quæ in eadem A B eſt per directam illuminationem, pariter eſſe non per ſui effectionem.

Dicent fortè aduerſarij ad maiorem, id quod ſolum video poſſe ab eis hìc reſponderi, videlicet agens neceſſarium productiuum formæ ex ſubiecto plùs poſſe virtute reflexa, quàm poſſit virtute directa; non quòd ſint duæ virtutes, ſed quia eadem, vt directa, eſt effuſa & ſparſa ad plura ſubiecta, vt reflexa autem, eſt replicata & collecta ad vnum ſubiectum; & forte etiam exemplum ſument ad hanc confirmandam ſententiam à chymico reuerberatorio in quo calefactio (quæ nihilominus actio eſt productiua caloris ex ſubiectio) fortior eſt à vi ignis reuerberatione collecta, id eſt reflexam; quam eſſet ab eadem directè ſolùm emiſſa, ac effuſa: virtus enim vnita fortior eſt (vt vulgò exiſtimatur, quamuis ego oppoſitum facilè demonſtrem in phyſicis) ſe ipſa diſperſa; à pari ergo non potuit Sol

directa

directa illuminatione producere in linea A B tantum lucis, quantum potest reflexa illuminatione.

Sed si fornaculæ propugnaculum quærunt aduersarij, facillima erit expugnatio. Et in primis, vt directè agam, certum est Solis virtutem illuminatricem, aut ab ipso esse indistinctam, aut sanè ipsi intrinsecam; extra Solem enim nulla talis est Solis virtus: ergo Solis vis illuminatrix semper æquè collecta est, semper æquè indispersa, nunquam magis effusa, ergo nunquam minus potens cæteris paribus.

Equidem cùm aduersarij nolint vt nos radiorum luminosam segetem concipiamus per modum effluuij, & velut à Sole proiectas lucis pilas, quamuis ita loqui videantur Perspectiui; ego qui & modum loquendi à Perspectiuis accepi *lib. 3 ad 3 postul.* & rem ita concipiendam proposui dum ibidem rationem quæsiui æqualitatis angulorum incidentiæ, & reflexionis; pari iure suadeo retorquendo, ne ita ipsi cogitent lucem à Sole in aere, atque ex aere (seu alio diaphano) gigni, vt per quosdam sulcos directos, in aere designatos, aut designabiles spargat lineas aliquas aut pilas virtutis illuminatricis, quasi semina totidem linearum, vel pilarum lucis inde germinaturæ: si enim ita cogitant, quæso vt dicant quid sentiant de virtute illuminatrice ita disseminata: nam necesse est eam esse vel corporeum aliquid effluuio exiens à Sole; vel esse qualitatem & consequenter formam à Sole extra se de nouo productam in aere atque ex aere seu alio diaphano, tanquam subiecto. Si autem primum admittant, cur non idem admittunt immediatè de ipsa luce? si secundum magis placeat; cur ad hanc virtutem seminalem producendam non requiritur alia præuia virtus cum progressu in infinitum? aut si potuit ipsa produci immediatè absque alia virtute; cur non potuit lux? & addo, argumentum nostrum æquè valere contra reflexionem huius virtutis, ac contra reflexionem lucis ex mente aduersariorum conceptam: eius enim reflexio si qua est, ita concipi poterit consequenter ex dictis, vt Sol pugillum virtutis illuminatricis destinatum in totam lineam A B C incipiat parcè spargere in A B, prouidus nimirum, vt ita sufficiat in totam A B C; sed comperto esse impedimentum in B, ac propter illud, nihil posse spargi in B C; residuum (ne pereat, vel sit frustra) spargat in B A reuersè; vel in aliam iam seminatam, certè non nisi modo ridiculo exprimi potest quod sub his aduersariorum vocibus *virtus illuminatrix reflexa*, intelligendum est, si physicum aliquid, & non merè metaphoricum intelligendum est. Verum igitur est quod supra inferebam Solis virtutem illuminatricem physicè non reflecti, ac proinde physicè semper æqualiter esse collectam, & nunquam minùs potentem cæteris paribus, &c.

Venio nunc ad fornaculam & dico, in reuerberatorio plus esse caloris quàm in detecta, vel aperta fornace libera; non propter reflexionem, sed propter retentionem spirituum igneorum inibi conclusorum; illi enim quò sunt confertiores eò magis calefaciunt: vel si propter reflexionem dicatur;

catur; ea erit reflexio flammæ, & spirituum igneorum, qui dum ab igne exiliunt, & auolare tentant allisi ad latera aut culmen fornacis reflectuntur, & reflexione coguntur ad medium. At verò hæc reflexio non est actio generatiua flammæ vel spirituum igneorum, vt euidens est; sed est eorundem in vnum compulsiua.

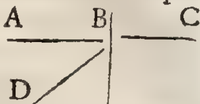
Quòd si aduersarij similem huic velint esse reflexionem lucis; iam illuminatio diaphani non erit actio productiua lucis in diaphano tanquam subiecto: si autem velint obfirmatè calefactionem simpliciter, vt est actio productiua huius qualitatis, reflecti: prius probent eandem ab igne immediatè agente dirigi in distans, & ab eodem etiam conuerti ob impedimentum vlterioris in directum propagationis; & tunc à simili probabunt sanè non esse ex eo capite repugnantiam, vt sit aliqua actio reflexa productiua lucis: sed id nunquam probabunt contra *prop.* 14. Instabunt calorem quoque à speculo parabolico igni debitè applicito reflecti, ita vt vehementissimus sit calor ob reflexionem, vbi ferè insensibilis erat per directam calefactionem; quò tamen flamma ignis non pertingit, vt euidens est, neque spiritus ignei alioqui vrerent. Id equidem ego ipse probe expertus sum; sed simul etiam experimento agnoui non ex mente aduersariorum ita fieri reflexionem caloris quasi vis calefactiua ignis tantum caloris producat citra speculum; quantum productura foret vltra si id non impediuisset vlteriorem caloris in directum propagationem; sed reuera ita fieri vt reflectantur spiritus ignei impetu ab igne exilientes & in speculum (quidquid dicant aduersarij) pertingentes, qui deinde in foco speculi vnitim intensiùs calefaciant, imò & vrant, licet sparsim emissi vim illam non habeant.

Id verò ita esse, experimento comprobaui; quia adhibita lente crystallina (quæ Soli exposita plumbum liquat refractione lucis) & in locum parabolici concaui disposita, vidi quidem lucis radios refractè cogi, sed priorem caloris vim non sensi quam in reflexione parabolici senseram, imò nullam sensi: quod non alia ex causa contingere potest quàm quia spiritus ignei crassiores (quibus plus inest caloris) crystallum peruadere non potuerunt; tenuiores vero (quibus plus inest lucis) peruadebant; sed cùm multum illuminarent parum calefaciebant; certè verò multo minùs quam & reflexi à speculo concauo, vt dixi, & quàm directi qui incidebant remota lente, ita vt hæc esset impedimentum propagandi caloris, quamuis esset causa augmenti lucis. Id facile erit cuilibet experiri, vt iam sibi ipsi non mihi credat.

Secundò probatur eadem *prop.* hoc modo. Si ideo fiat reflexio illuminationis à B versùs A, aut versùs quoduis aliud punctum ad latus vtcunque positum D, quia vis illuminatrix A apta est promouere illuminationem directam vsque in C, & nullum passa est detrimentum ab interpositu opaci in B: certè quodcunque opacum interponatur, æqualiter impediens promotionem vlteriorem directam, & æqualiter sinens vim illuminatri-

cem

cem in ſe ipſa illæſam, dummodò cætera ſint paria quoad ſitum opaci, & angulum incidentiæ, fiet eodem prorſus modo reflexio; vtpote ſtante pariter, & eodem penitus modo ſe habente cauſa eius adæquata. At euidenti experientia conſtat non ita fieri; Nam ſi loco ſpeculi, & eodem ſitu, ponatur laterculus, vel ſpeculum aliud omnino ſimile tum quoad figuram, tum quoad ſitum, pariter læuigatum, coæquatum, cætera perfectum, tantùm carens vltima politura, qua fieret fulgidum: non eodem modo fit reflexio lucis; ergo abſolutè reflexio lucis; non ideo fit, quòd vis illuminatrix apta ſit vltra ſpeculum promouere illuminationem, impedita autem conuertat actionem citra ſpeculum; ergo quamuis in lucido fœcunditas eſſet &c. quod fuit &c.



Propoſitio XXI.

Lux quæ in ſecundo diaphano refringente eſt, non in eo efficitur à fœcunditate lucidi mutante directionem illuminationis propter occurſum eius diaphani à primo diuerſi. Imò quamuis in lucido fœcunditas eſſet ad lucem in diaphano generandam illuminatione directa, non tamen propterea eſſet ad generandam illuminatione refracta.

EX dictis *præcedenti prop.* ſatis intelligitur ſenſus iſtus, quæ eſt pariter contra ſententiam *prop.* 10. *num.* 2 relatam, duaſque habet partes: & prima quidem euidenter ſequitur *ex propoſ.* 14, argumento quo vſi ſumus *prop.* 19 huic etiam facilè, & cum eadem vi applicabili.

Secunda pars magis vrget Autores eiuſdem oppoſitæ ſententiæ oſtendens eos non ſatis conſequenter loqui in aſſignanda cauſa refractionis; & probatur ſic. Illuminatio refracta non fit niſi per radios refractos iuxta dicta *initio in definitionibus*; dato autem quòd lux à fœcunditate lucidi generetur in ſecundo diaphano velut in ſubiecto forma phyſica, nulla eſt ratio cur radij debeant frangi. Quia enim forma quælibet tum vi ſuæ naturalis propenſionis, qua ad omnes ac ſingulas ſubiecti ſui phyſici homogenei æqualiter applicati, & æqualiter comparati partes æqualiter afficitur, nec è duabus æquè diſpoſitis vnam refugit præ alia; tum vi ſui genitoris, quæ æqualiter fertur ac poteſt in partes ſubiecti æquè diſpoſitas; plenam atque liberam eiuſdem poſſeſſionem captat totaliter, & ſine delectu, vel exceptione aliquarum partium ſecundùm quoſcunque linearum ductus vel terminos diſtinctarum; alioqui partes illæ ſic exceptæ, iam hoc ipſo ſupponerentur habere ſpecialiter præ alijs diſpoſitionem aliquam repugnantem inductioni formæ, quod eſt contra hypotheſim.

Quia inquam res ita se habet inter formam & subiectum; consequenter etiam se habebit illo ipso modo inter lucem & crystallum si illa respectu huius, forma physica sit: maximè si crystallus ita supponatur in se ipsa homogenea, vt nulla prorsus cogitari possit resistentia, quam inductioni lucis vel informationi faciat pars crystalli vna, potius quàm alia; cùm sint ex hypothesi omnes æquè dispositæ.

At hoc posito nulla superest causa ob quam lux crystallum ita inuadat, vt non totam inuadat; sed contra non restrictum tum suum tum crystalli reciprocum appetitum, addicatur informandis his potius quàm illis eius partibus sumptis atque delectis secundùm aliquas linearum conuergentium, aut diuaricatarum, vel æquidistantium leges (vt contingit quando exposito ad Solem globo crystallino lux in vnum ferè punctum confluēs plurimas hemisphęrij posterioris partes prętermittit quas non afficit) nam sublata omni, vel certè posita æquali in quibuslibet globi partibus resistentia; tollitur pariter omne, vel æquale ponitur in toto globo impedidimentum. Vis autem lucidi vtpote naturali necessitate agens in tota suæ actiuitatis sphæra, agit secundùm totam latitudinem dispositionis, quæ in subiecto est in quod agit: alias si quoquo modo actum restringit, opus rationis agit. Ergo si lux per modum formæ physicæ à fœcunditate lucidi in crystallinum globum generatione induceretur, in totum æquè induceretur, & consequenter in globo crystallino nulla fieret lucis refractio; quia in totum & æquè, induci non potest radijs refractis, vt est euidens.

Est autem eadem rationis vis in quocunque alio secundo diaphano; & quidem non tātùm denso (qualis est crystallinus globus respectu aeris vnde tanquā ex primo diaphano incidunt in eum radij) & de refractione ad perpendicularem; sed etiam de refractione à perpendiculari, & in secundo diaphano raro: imò quamuis non æquè valeret ratio in secundo diaphano raro, sufficeret ad propositum; quia si non est verum lucem à Sole refractè generari posse in secundo diaphano denso, etiam si aliàs in eo ab eodem Sole illuminatione directa generari supponeretur; non erit verum vniuersaliter à Sole in secundo diaphano generari lucem illuminatione refracta, etiam dato quòd generaretur illuminatione directa; quod solum in hac secunda parte propositum fuit ostendere.

Dicent 1 aduersarij aliam esse rationem cur radij frangantur, à me omissam, nimirum secundi diaphani superficiem extimam obliquè obuersam. Sed si hanc omisi solam, nihil omisi quod aliquid faciat ad propositum. Nam primò subiecti superficies non resistit formæ, aut eius inductioni; si partes ipsius subiecti non resistunt: quandoquidem physicè loquendo subiecti superficies exterior nihil aliud est quàm exterior partiū eius terminus, hìc verò (vt in physicis auxiliante Deo ostendam) non est aliud quam ipsæ partes vt carentes vlteriori extensione; superficiem enim mathematicam cum linea, & puncto pariter mathematicis, tanquam ali-

quid

quid purè abstractum, excludo à contextu continui physici. Et quamuis superficies illa indiuisibilis adesset, non magis certè officeret, quàm officiant partes subiecti determinatæ, vel indeterminatæ (voca vt volueris) quæ superficiem ipsam immediatè consequuntur.

Secundò quòd ea superficies, vel partes quæ illi immediatè subsunt tali vel tali angulo excipiant actionem generantis, non minuit vel auget; neque mutat vel alterat dispositiones subiecti, cùm hæ nullatenus astrictæ sint, vel dependeant ab angulo incidentiæ; sunt enim illo priores; imò eædem inuariatæ perstant quantumuis ex hypothesi angulus incidentiæ augeatur, vel minuatur: formæ autem in subiecto generatio legem dispositionum obseruat, non legem angulorum incidentiæ; præsertim, si cætera sunt paria ex parte applicationis virtutis generatiuæ: est autem euidens virtutem fortiorem, & magis à propinquo applicatam, licet angulo obliquo applicetur, æquiualere posse virtuti simili, sed debiliori, & ex maiori distantia applicatæ angulo minùs obliquo. Ergo si lux in secundo diaphano velut in physico subiecto forma generetur à fœcunditate lucidi, nulla peti potest siue ex parte superficiei, siue ex parte anguli incidentiæ, ratio cur radij frangantur, ergo &c.

Dicent 2, vt *prop.* 10 *num.* 2 referebam, lucidum agere cum dependentia à partibus sphæræ actiuitatis; quasi pars vna sphæræ ageret in aliam, vnde cùm sphæra hìc componatur ex medio difformi, raro nimirum & denso; occurrente denso ob eiusdem resistentiam vis actiua lucidi roborat se, natura inspirante, vt commodior sequatur actio. Et quia lumiosum agit per lineam rectam; vt roboretur vis actiua, debet immutari directio, & magis vniri, &c. ita enim dicunt; & addunt. Quò magis obliquè radius incidit, eò maior est refractio, quia sic per illum radium intelligitur præcisa maior portio sphæræ quæ alterationem patitur.

Sed contrà hunc modum dicendi est. Primò, quod reuera pars vna sphæræ non agit in aliam, quasi aer in crystallum, & hæc in alium aerem agat: quid enim ageret? præsertim cùm *ex propos.* 15 non efficiant vel coeficiant lucem. Et quamuis aliquid reuera agerent, nulla tamen est ratio cur aer in crystallum agat refractè, vel crystallus in aerem; passum enim est immediatũ agenti: nec rursus vlla ratio est cur actio totalis trium partium sit in vna linea refracta, potius quàm in vna recta, vt euidenter probari poterit ex dicendis paulò inferiùs, *num.* 6. Ergo si pars vna sphæræ ageret in aliam non facerent suæ actionis, vel eius quod agerent refractionem. Ergo nec sequetur lucis refractio, etiam si dicatur lucidum ita agere cum dependentia à partibus sphæræ sicut si ipsæ agerent in se inuicem.

2. Quia forma physica in subiecto homogeneo non generatur per lineas quasi per sulcos *ex dictis propositione præced.*

3. Quia agentibus sine cognitione natura non inspirat opus quod fieri nequit sine cognitione, quale est ad resistentiam diaphani maiorem, vi-

res magis colligere est vnire. Ergo si Sol per virtutem quaquauersum velut à centro sparsam, producit lucem; per eandem æquè sparsam producet in aere & crystallo.

4. Vis illa quæ dicitur magis vniri est interna lucido vel externa, nec enim est aliquid mediũ; at neque interna potest esse vel dici collectior respectu crystalli quàm respectu aeris; vt constat *ex dictis prop. præced.* neque etiã externa; quia nulla talis est, vt ex ibidem dictis facilè probatur. Ergo non est verum vim lucidi magis vniri occurrente crystallo &c. ideoque mutari directionem illuminationis; siue hæc mutatio sit aliquid priùs & causa vnitionis; siue è contrà aliquid posterius, & effectus illius.

5. Cùm crystallus eadem homogenea non maiorem habeat densitatem respectu aeris ex quo cum inclinatione maiori incidit radius, quàm respectu alterius aeris (cum primo illo etiam homogenei) ex quo radius alius incidit cum inclinatione minori; nec etiam habere potest maiorem resistentiam (respectiuè comparatam cum resistentia vtriusque aeris) aduersùs propagationem radij magis inclinati, quàm aduersùs alterius minùs inclinati; vtpote quia non nisi propter densitatem resistit. Ergo ad lucem in crystallo generandam ex maiori inclinatione in aere; non est necessarium vt Sol magis colligat suam vim (vtpote quia eam non magis colligit nisi propter resistentiam maiorem) quàm ad generandam ex minori inclinatione &c. & ita in hoc modo dicendi non est necessarium vt ex maiori inclinatione fiat maior refractio, quàm ex minori:& consequenter non est pariter ratio, cur crystallina conuexa lens radios ad focum colligat; concaua autem dispergat; quia non minùs hæc quàm illa resistit, cum sit æquè crystallina.

6. Non maior aut collectior vis requiritur ad lucem in crystallo generandam per lineam refractionis ad perp. quàm per lineam incidentiæ productam; nec minor per lineam refractionis à perpendiculari; quia hæ tres lineæ sunt pariter in crystallo vt supponitur homogenea; & aliunde conuenientius est, vt per lineam incidentiæ generetur; posito quòd sparsim per lineas à centro ad circumferentiam, generetur.

7. Neque verò vllatenus intelligi potest, quod isti Autores aiunt, per illum radium intelligitur præcisa maior &c. vt suprà. Nam in primis radius omnis à centro ad circumferentiam ductus siue per medium vniforme, siue per difforme ducatur; & siue orthogonaliter, siue obliquè aut magis obliquè ducatur per secundum medium; pari modo est semidiameter: & consequenter nullus radius seorsim ab omnibus alijs sumptus, dici potest vel intelligi maiorem in hac, minorem in illa hypothesi; præcidere portionem sphæræ; atque adeo nec intelligi potest aliquam pati refractionem (& multo minùs maiorem, aut ad perpend. potiùs quàm à perpend.) eò quòd aliquam sphæræ portionem præcidat: aliàs nullus esset radius, qui non æquè pateretur; cùm singuli seorsim sumpti, aut pariter nullam, aut pariter aliquam præcidant. Si verò duo aliqui ab inuicem

cem in dato angulo diducti radij sumantur, qui in secundum diaphanum incidant; alter quidem perpendiculariter, alter autem obliquè: sanè isti aliquam sphæræ portionem præcidunt, tantam scilicet, quantam datus ille angulus concludit; & hæc sine dubio eò maior est, quò radius ille magis obliquè incidit: sed si causa physica maioris refractionis in hoc posita sit, quod maior sphæræ portio præcidatur; vterque ob eam causam radius pariter maiorem patietur refractionem, vel neuter; cùm eadem causa vel vtrunque pariter afficiat, vel neutrum; hoc ipso quòd, vt iam ostensum est, à neutro seorsim præcidatur sphæræ portio siue maior siue minor; & ea quæ ab vtroque præciditur non magis ab vno quàm ab alio præcidatur. Adde radium obliquè incidentem ita refringi, vt non attendatur quæ sit aliorum siue incidentia siue refractio: nam etsi nullus alius esset vel esse posset radius; hic nihilominus perinde refringeretur: ergo causa physica refractionis non est, quia hic radius cum alio quouis portionem aliquam sphæræ præcidit.

Propositio XXII.

Refractionis causa non est resistentia medij prout materiali necessitate impediens dispersionem lucis.

HÆc propositio est contra sententiam ex Keplero relatam *propos.* 10 *num.* 3: & probatur quia licet ea sententia habere posset aliquam veri apparentiam quando secundum medium est densius; tamen quando rarius est, falsitatis conuincitur, ex eo quòd lux etiam tunc refringitur; & tamen simul magis dispergitur, quàm dispergeretur si secundum medium homogeneum esset cum primo: huius ergo refractionis causa, vt euidens est, non est resistentia medij impediens lucis dispersionem & consequenter hoc ipso non est hæc adæquata refractionum causa.

Neque dicat aliquis pro Kep. in denso quidem esse resistentiam, in raro autem oppositum resistentiæ. Nam primò sic non haberet intentum Keplerus. 2, in raro quà raro solum est quòd facilem præbeat transitum (seu non difficilem id enim est oppositum resistentiæ, nempe eiusdem negatio) id autem materiali necessitate non cogit lucem magis dispergi, vel quoquo modo sollicitat ad maiorem dispersionem; sed tantùm opportunitatem præbet, si fortè lux ex primo impetu suo, vel natura, maiorem illam dispersionem affectet. Lux autem vt præcisè à Kepl. consideratur natura sua, per lineas sparsim à lucido velut à centro ad circumferentiam exiens sphærico modo, solùm affectat propagari per lineas rectas, à quibus non deflectit nisi coacta. Quæritur autem nunc quid sit quo cogitur, cùm iam constet non cogi à medij raritate, vel à proprio impetu: at sine dubio id quod eam cogit in refractione à perpendiculari, idem & cogit (sed

diuerso modo, ob diuersitatem subiecti) in refractione ad perpendicularem. Ego causa refractionis in denso non est resistentia &c.

Præterea cùm non satis mihi constet (ne fortè quis mihi objiciat me non intellexisse mentem Kepleri) quem motum luci tribuat Keplerus, vt annotaui *prop.* 10 *num.* 3, physicume, an non solùm analogicum; hìc quia rem discutio, non verba scrutor; quæro an hunc vel illum? si solùm analogium; præterquamquod hic non nisi impropriè, & solùm analogicè dici potest reffluxus, vel eiaculatio, non autem simpliciter vt ille vocat *prop.* 1: admittendo solùm analogicum ab alijs Autoribus, quorum hactenus sententias reieci, non differt nisi ad summum verbis; imò nec verbis: illi enim sine dubio fatentur analogiam esse inter lucem propagatam, & physica mobilia, seu inter propagationem & motum; vt ideo possit propagatio analogicè vocari motus. Si verò Kepl. motum physicum tribuit luci; malè tribuit instantaneum: quia hinc sequeretur (argumento iam sæpiùs facto) lucem esse simul in terminis à quo & ad quem in pluribus locis &c.

Nec se iuuat dicendo lucem esse accidens & immateriatum, ideoque ad eam mouendam, (cùm medium nihil resistat) virtutis motricis proportionem esse infinitam, & consequenter ab eadem moueri infinita celeritate, seu momento. Id inquam non iuuat.

1. Quia etsi fieret motus in vacuo vbi nihil resistit; non minùs fieret successiuè motus ob dictam rationem; quia videlicet non potest idem mobile esse simul in terminis à quo & ad quem: aliàs futurum in duobus simul locis; nec in tota natura vis vlla est, quæ id possit efficere.

2. Quia licet ad mouendum haberet vis motrix infinitam proportionem ad resistentiam; non puto tamen velle Keplerum *propositione sua* 5, vim illam esse infinitam simpliciter, nam quidquid in rerum natura est, finitum est; solus infinitus Deus Opt. Max. Ergo vis illa non magis producet motum infinitum secundùm celeritatem; quàm vis ipsa illuminatrix (quæ pariter infinitam habet proportionem ad resistentiam passi illuminandi, cùm ea nulla sit) producat effectum infinitum in ratione illuminandi.

3. Si lux est accidens; potius id impedit motum instantaneum, quia accidens non est sine subiecto, nec illo immoto moueri potest, ergo cùm subiecti vtpote corporis, non possit motus esse in momento (vt ipse fatetur, vel certè à contraria ratione fateri debet) neque lucis esse poterit.

Quod dicit lucē esse immateriatā; quæso quid occultæ philosophiæ sub hac voce latet; vel quid specialiter conueniens luci, non cæteris accidentibus? an lux est immateriata, quia in sua entitate materiam non includit, sicut includunt corpora? at neque alia accidentia sit includunt. An est immateriata, quia non habet respectum ad materiam? vt ad subiectum suæ inhæsionis, informationis, aut quid simile? fateor hoc sensu reliqua accidentia corporum, esse materiata mediatè, vel immediatè, prout scilicet mediatè, vel immediatè inhærent materiæ; sed ille negare non potest

test lucem quoque esse hoc ipso sensu materiatam; nam vt accidens est exigit subiectum; & quia non est accidens spiritale (vt puto nulli non esse euidens recolenti causam eius effectricem videlicet lucidum esse rem corpoream, & materialem cuius perfectionem non potest effectus eius superare; imò experienti se eam oculo corporeo cernere) non petit subiectum spiritale; petit ergo & appetit materiale; vel assignet Kepler. subiectum aliud quod neque spiritale sit neque materiale. Quid autem amplius sub his admirabilibus verbis latere possit non video; sed si quid aliud est occultum, admiretur cui libuerit: doctrinæ cupidi verbis inanibus non satiantur, vt ipse in simili, Aristoteli dicit, *appendice ad caput 1, sententia 4*: quod an immeritò hac occasione contra autorem regeratur, iudicet ex dictis Lector.

Propositio XXIII.

Refractio non est vna siue simplex, siue multiplex ordine quodam facta in secundo diaphano reflexio lucis ad opposita porulorum latuscula illisæ.

HÆc propositio est contra sententiam *prop. 10 num.* 4 relatam, vt autem eam probem sumo diaphanum quodcunque figuræ lenticularis cuius accuratè polita superficies radijs incidentibus tum inuicem tum ipsimet lentis axi æquidistantibus exponatur; & attentè considero quo ordine & situ exponi debeant in eo diaphano tum pori tum eorum latuscula; vt lux in ea incidens ab eisdem possit reflecti in aliquod punctum.

Cùm itaque (vt *ex dicendis prop.* 29 intelligetur) pori sint in diaphano quaquauersum rectis ordinibus digesti: primò in proposita lente plurimi erunt pori æquidistantes ipsius axi, ac proinde in directum respondentes lineis incidentiarum, *vt propositum est*, eidem axi æquidistantium: & consequenter radiorum incidentium nulla fiet illisio ad huiusmodi pororum latera, ergo nec ab his vlla reflexio; sed radij per eos transibunt irrefracti non minus quàm si in superficiem similis diaphani planam perpendiculariter incidissent; cùm non minùs in lenticulari quàm in plano diaphano cæteris paribus liberi pateant in directum pori. 2, alij pori sunt in eodem diaphano, qui ab axe lentis vel omnino sunt auersi, vel sanè ad illum non sunt conuersi; ac proinde ab istorum latusculis non poterit lucis ad ea allisæ reflexio fieri ad partes axis, ac per ipsum axem: & quia focus lentis in eius axe est, non poterit à dictis latusculis ad foci punctum reflexio lucis fieri.

3. E poris ad lentis axem conuersis aliqui sunt, in singulis planis per eundem axem incedentibus, inuicem paralleli qui ad illum æqualibus angulis inclinantur: atque istorum latuscula si lucis radiusculos, quos ex-

cipiunt incidentes, reflectant per axem; necessariò non omnia in vnum punctum reflectent, sed singula ad singula axis puncta vt rem attentè consideranti facilè patebit ac proinde non erit vnus eorum focus; sed tot erunt foci quot puncta axis quantùm ad dictos poros attinet.

4. Sunt & alij pori (quamuis respectiuè ad iam indicatos numero valde exiguo) in singulis, vt dixi, planis per axem lentis incedentibus, qui ita proportionatè inclinantur & ad eundem axem, & ad singulas incidentiarum lineas, vt seruata lege æqualitatis angulorum incid. & refl. possint in vnum focum reflectere, possint inquam, quantùm est ex parte dispositionis ipsorum, dummodò reliqua sint debitè disposita: vt autem debitè disponantur necessariò requiruntur duo; primum est, vt pori cuiuslibet latuscula intus non sint recurua, sicut, verbi gratia, in cylindro concauo; sic enim lucem reflecterent ad modum speculi cylindrici concaui: id est ad proprios singuli focos lucem colligerent, & exinde ab ijs focis dispergerent: & idem accideret quantumlibet repetitis ad aliorũ pororum latera reflexionibus; & sic nunquam in vnum lentis focum colligi lux posset; quia nullus porus eam reflecteret in plano reflexionis per lentis axem incedente. Debent ergo pori esse angulosi, & planorum laterum, vt sunt in fauo ordinatæ apum cellulæ. Alterum quod requiritur est, vt latus illud pori reflectens lucem in focum, sit perpendiculare ad planum, quod per lentis axem incedit, tanquàm ad planum reflexionis; aliàs enim, vt euidens est, non posset in focum reflectere.

5. Quando radius à quodam pori latusculo, vt dictum est, debitè disposito reflectitur, fieri non potest quin intra eundem porum allidatur, ad oppositum latus, & consequenter quin secunda ab eo facta reflexione, remoueatur ab axe lentis; nisi opportunè in eo secundo latere via pateat per alium porum transuersum, & quidem qui sit in plano per axem lentis transeunte, & directè ad foci punctum commune cum alijs pertingat.

His ita expositis argumentor primò. Quia pori qui ad vnum in axe lentis focum reflectere possint, exiguo (respectu aliorum) numero sunt, & ex his singuli non nisi vnum latus ad ita reflectendum idoneum habere possunt, illud scilicet quod ad superficiem reflexionis rectum est; & fortè etiam plurimi nullum tale, id est ita debitè situm latus habeant; sequitur non nisi valde exiguam totius incidentis in lentem lucis portionem (præter illam quæ extra lentem reflectitur à superficie) posse ab eiusmodi porulorum latusculis reflecti in vnum focum: & maximam portionem huc illuc vagè dispergi: quod tamen euidenter est contra experientiam.

2. Quia pori in quouis diaphano pariter quaquauersum dispositi sunt quemadmodum sunt in denso pori à quorum lateribus lux ad focum reflectitur, ita non deerunt similes in raro; & sicut sunt in raro pori quibus ad partes ab axe auersas reflectitur, ita & erunt in denso. Imò in vno ac eodem siue raro, siue denso hos & illos poros esse constat, ex eo quòd si è rariori lux in illud incidat refringitur ad perpendicularem, & à perpendiculari

diculári si è densiori: inde autem ſequitur fore vt à quouis, atque è quouis diaphano refractio fiat indiſcriminatim ac promiſcuè ad perpend. ſimul & à perpen. & quidem ad quoſlibet angulos refractos è quibuſlibet inclinationum angulis, nulla habita ratione raritatis, ac denſitatis, ſeu cuiuſcunque combinationis inter eas poſſibilis, & in quibuſlibet planis reflexionum tum incidentium pex axem lentis, tum non incidentium, quod eſt euidenter falſum; id autem ſequi pariter euidens eſt, ſi vt verum ſupponatur refractionem lucis conſtare ex omnibus ac ſingulis reflexionibus factis, à porulorum lateribus, hæc enim ſi lucem incidentem quouis modo reflectunt; ad partes ad quas obuerſa ſunt, neceſſariò reflectunt; ſunt autem, vt oſtendi, obuerſa ad omnes partes, & non magis ad vnam quàm ad aliam; denique lux de ſe indifferens,ſequitur legem reflectentis in quod incidit, nec valet ipſa eligere alterum præ altero in quod incidat igitur &c.

3. Diſpoſitio porulorum, & latuſculorum non mutatur in cryſtallo, quantumlibet alia atque alia ſectione in varias figuras ſecetur ac poliatur ipſa cryſtallus circa eundem lentis axem: & tamen euidens eſt ſola mutata lentis figura mutari focum. Ergo non eſt determinatus hìc focus ob diſpoſitionem hanc pororum ſecundùm latuſcula lineis incidentiarum expoſita; ſed ob diſpoſitionem eorumdem ſecundùm oſcula; quæ, vt euidens eſt, ſola ſunt, quæ mutantur noua ſectione vel figura cryſtalli, eo modo quem dicam *prop.* 42, & 43. Ergo refractio non eſt reflexio, &c. facta ad latera porulorum &c.

4. *Ex prop.* 3. & 6 conſtat à poſteriori eiuſdem radij in eodem diaphano denſo partem vnam reflecti ad angulum cum incidentiæ angulo æqualem; & partem alteram refringi; cuius rei etiam à priori ratio dabitur *prop.* 41: ergo ſaltem non omnis (imò nulla ob rationis paritatem) refractio, eſt reflexio in ſecundo diaphano.

Præterea aduersùs eos qui *eadem prop:* 10, *eodem num.* 4 latuſculis monticulorum tribuunt refractiones, dici poteſt primò (quidquid ſit de politura artificialis defectibus) in ijs quæ natura ipſa expoliuit, nulla ſupereſſe rudioris veſtigia pumicis, nullos ab arenulis relinqui ſulcos, &c. ac proinde nullum eſſe monticulis locum, aut vallicellis; vt in aqua alioue liquore puriſſimo; ac in ipſa etiam cryſtallo, flatu ad fornacem libero diſtenta; & nihilominus ab iſtis ita politis diaphanis eodem modo, ac eadem lege, cæteris paribus, refractiones fiunt, atque ab alijs quibuſlibet, arte politis. Ergo &c.

2. Cùm fiat politura ijſdem pulueribus, & eadem arte in denſiori ac in minùs denſo (vt in montana ac fuſa cryſtallis) erit cæteris paribus, vna atque eadem in vtroque monticulorum diſpoſitio; adeoque eadem ab vtroque refractio: at conſtat eſſe diuerſas (cæteris paribus ex parte inclinationis) *iuxta* 4 *poſtulatum.* Ergo &c.

3. Denique (quidquid ſit de perfecta politura naturali vel artificiali) ſi obſiſtentia monticulorum valet in refractione ad perpendicularem; ad

quos

quos quæso monticulos recurretur in refractione à perpend. vt,cùm è cryſtallo in aerem lux incidit, ac refringitur? quamuis enim (vt ego ipſe *prop.* 42, dicturus ſum) redundet in aerem, ſicut vitium ita & perfectio polituræ diaphani denſioris ipſi contingui; ita vt monticuli cryſtallini vallicellas in aere efficiant, & contrà vallicellæ monticulos; tamen nulla eſt lex ob quam exeuntes è poris cryſtallinis radij feriant ſolùm ea monticulorum aereorum latuſcula, quæ a quouis axe refractionis auerſa ſunt, ab alijs verò prorſus abſtineant; quod tamen neceſſe eſt, vt refractio fiat ſolùm à perpendiculari: imò a pari (vt ad denſum redeam) nulla eſt lex ob quam è poris aeris exeuntes, feriant cryſtallinorum montium ea tantùm latera, quæ ad ſingulos axes refractionis conuerſa ſunt; quod tamen neceſſarium eſt, vt refractio fiat ſolùm ad perpend. Et quia quorumlibet monticulorum non plura ſunt in raro quàm in denſo latuſcula ad axem refractionis conuerſa; item neque plura auerſa, cæteris paribus; ſequitur non eſſe ex parte monticulorum, rationem cur in denſo fiat refractio ad perpen. in raro autem à perpend. aut ſanè ratio etiam eſt, cur in vtriſque pariter & promiſcuè fiat, & ad perp. & a perp. imò & cur fiat extra planum refractionis ad vtraſque eius partes; cùm in eiſdem monticulis non minùs adſint inclinata ad quodlibet planum refractionis (quod ſcilicet per axem lentis vt ſuppoſui incedat) latuſcula, à quibus cur abſtineant radij nec in ea incidant, non poteſt vlla ratio peti a protuberatione monticulorum, qui illis è regione ſunt, neque aliunde.

Cæterum hæ rationes valent, ſiue dicas lucem eſſe accidens de genere qualitatis, ſiue dicas eſſe corpus loco mobile, ſiue aliud quid. Nam in quauis hac de re ſententia ſeruandæ ſunt leges, quæ angulos incidentiæ & reflexionis ſtatuunt eſſe æquales, *iuxta dicta lib. 3 ad 3 poſtul.* omnes autem *hac prop.* allatæ rationes vim habent totam ab ijs legibus: ergo in nulla de natura lucis ſententia dici poteſt refractionem eſſe vnam ſiue ſimplicem, ſiue multiplicem quodam ordine factam in ſecundo diaphano reflexionem lucis ad oppoſita porulorum latuſcula illiſæ.

Propoſitio XXIV.

Lucem non eſſe localem aliquem motum (ſiue apparitionem eius) qui à lucido, impreſſus diaphano, propagetur ad oculum.

HÆc propoſitio eſt contra ſententiam *prop. 9 num. 5* relatam, quæ ſic 1, impugnatur. Si lucidum vt lucidum ad lucis in diaphano productionem, nihil aliud confert quàm quòd motu diaſtoles partem eius ſibi contiguam protrudit, & ea mediante aliam, atque aliam, vſque ad oculum, cerebrum &c. quæcunque talem agitationem in eodem diaphano efficient,

efficient, lucem etiam hoc ipſo producent; verbi gratia, fidium crebra vibratio, tympani ærei fremitus, &c. hæc enim partem aeris ſibi vicinam, atque hac mediante alias, vſque ad oculum trudunt; & huius motus eſt verè apparitio nam reuera cernitur; quare igitur eius motus apparitio non eſt lumen?

Si dicant eum motum eſſe in ſubſtantia longè craſſiori, nempe aere; ideoque apparitionem eius non eſſe lumen; motum verò à lucido imprimi ſubſtantiæ alteri longè tenuiſſimæ, per aeris poros fuſæ, quæ propriè eſt diaphanum; ideoque eius motus ſubtiliſſimi, & oculo pariter tenerrimo, ac delicatiſſimo conformis apparitionem, lucem eſſe. Fateor ſi ita reſpondeant, reſponſionem eſſe valdè delicatam; ſed oſtendo ſimul etiam eſſe euanidam. Nam primò ex eo quòd motus à ſupradictis vibratione, fremitu &c. propagetur in ſubſtantia craſſiori, ſolùm ſequi poteſt eius apparitionem conſtituere lucem debiliorem, vel è contrà, vt placuerit, fortiorem; non autem ſequitur nullam prorſus conſtituere. 2, Quia impoſſibile eſt in aere craſſiori excipi motum, & non excipi in ſubſtantia illa tenuiſſima aereis poris incluſa. Ergo &c.

Dicent fortè hunc motum à fidicula, &c. propagatum non eſſe lumen, quia non eſt motus, à lucido. Optimè capio: ergo lumen erit apparitio motus propagati à lucido; lucidum autem erit, non quidem id omne quod reciprocatione ſui motus, motum imprimit diaphano; ſed illud tantùm quod imprimit motum, cuius apparitio ſit lumen; reciproca definitio, quæ idem per idem, & licet de lumine ſermo ſit, obſcurum per æquè obſcurum explicat. Præterea ſi ita reſpondeatur, ego ſic infero. Ergo lucidum aliquid confert in eo motu, quod à non-lucido præſtari nequit, à quo tamen efficitur motus omnino ſimilis, & cuius negari non poteſt apparitio, & viſibilitas; ergo lumen non eſt apparitio ſolius motus &c.

Secundò impugnatur, quia in ea ſententia non niſi vnicus, id eſt, non niſi ab vnico lucidi puncto radius ad oculum perueniret; & ſic reliqua eiuſdem lucidi puncta laterent, & nullatenus videri poſſent; quod tamen falſum eſt, cùm totus Solis diſcus cernatur: id autem ſequi facilè probo quia cùm Solis dilatatio (vt principem lucidum in exemplum aſſumam) ſiqua eſt, fiat à centro ad circumferentiam; motus qui vi illius imprimetur partibus diaphani, Soli contiguis; erit pariter à centro ad circumferentiam; nam à mouente imprimi nequit motus niſi omnino ſimilis ei qui in ipſo mouente eſt; cùm is non ſit niſi continuatio iſtius, & vtriuſque vna ſit directio per eandem lineam (dico quando motus eſt ſimplex, & abſque reflexione, vel alio ſimili) & conſequenter lineæ motus à Sole ſic propagati, cùm ſint omnes rectæ, omnes incedunt per Solis centrum; & quia impoſſibile eſt duas ab vno puncto oculi ad centrum Solis duci lineas rectas, quæ per duo circumferentiæ eiuſdem Solis puncta incedant; impoſſibile eſt vt duo à circumferentia Solis radij in vnicum oculum incurrant,

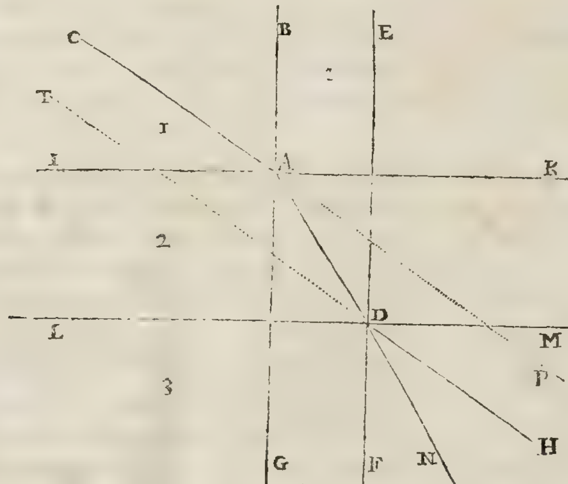
currant, ergo & impoſſibile eſt ampliùs quàm vnicum Solis punctum videri vnico oculo, & duo ad ſummum à duobus, & quidem diuerſa; quod tamen euidenter falſum eſt, cùm totus eius diſcus vno oculo optimè cernatur.

Tertiò impugnatur ex eo quòd quemadmodum oſtendam *prop. ſequenti* non poteſt in ea ſententia refractio lucis fieri talis, qualis de facto fit.

Propoſitio XXV.

Si lux in quodam à tumeſcentia lucidi propagato per diaphana ad oculum motu, vel in eius apparitione conſiſteret; eademque ideo ſolùm refringeretur, quia inæqualis eſt, propagationis eius per diuerſa diaphana, velocitas; non tantùm refractio non fieret ex lege angulorum refractorum, ex qua fieri illam conſtat; ſed nec vlla prorſus fieret.

HÆc eſt contra ambas ſententias prop. 11 relatas, & ſic probatur pariter contra vtranque primò quia velocitas propagati motus tanta vel tanta non conuenit diaphano ab interna eius vi; cùm nec ſic illi conueniat motus ipſe, ſed ab extrinſeco illi imprimatur, nempe à lucido: ergo in



diaphano velocitas ob reſiſtentiam ſeu contumaciam medij peruadendi aliquando imminuta reſtitui in priſtinum nō poterit à vi ipſius diaphani.

Hoc autem poſito repetatur tota conſtructio *prop.* 7 cum eius figura: & in linea primæ incidentiæ C A, lux habeat velocitatem vt b; & in linea primæ

mæ refractionis A D, habeat vt 4: hoc posito, vt refractio fiat ex lege, qua demonstratum est fieri, *eadem prop.* 7, necesse est vt in secundæ refractionis linea D H, sit quemadmodum in C A, velocitas iterum vt 6; cùm angulus secundò refractus F D H sit æqualis angulo primæ inclinationis B A C. At impossibile est in D H velocitatem esse æqualem ei quæ est in C A: si enim est æqualis; peto à quo fuerit instaurata; cùm *ex constructione* duo eius gradus interciderint in A D; & vt iam ostensum est, restitui non possint à vi ipsius diaphani: impetus autem à lucido impressus, & in A D debilitatus ob medij contumaciam, non potest se ipsum reficere, alioqui nunquam debilitaretur; vel æquè se ipsum posset in integrum restituere quamuis penitus esset extinctus: nec potest etiam à lucido refici; quia lucidum, cùm hìc non impellat nisi per lineam refractam C A D H; sicut non potest vrgere motum in A D, nisi mediante C A; ita nec in D H, nisi mediante A D: at A D *ex constructione* non recipit impetum, nisi vt 4; ergo per A D non poterit Sol communicare ipsi D H impetum nisi vt 4; aut communicabit per saltum, & agendo immediatè in distans quod iam *ex propos.* 14 est impossibile. Ergo refractio hæc secunda non fieret ex lege qua constat fieri, neque angulus secundò refractus esset F D H maior, quàm primò refractus G A D; sed alius eidem G A D æqualis.

Et ita probata est prima pars propositionis contra eos, qui velociorem esse putant lucis propagationem in raro quàm in denso: sed potest eadem æquè probari aduersùs eos etiam qui putant in denso esse velociorem: sic enim necesse foret, vt in primæ refractionis linea A D esset velocitas vt 6; & in C A linea primæ incidentiæ solùm vt 4: hoc autem posito; quæro, vt supra causam accelerationis maioris; quæ cùm non possit dari; neganda pariter est ipsa acceleratio, & consequenter refractio, quæ non nisi ea supposita fieri dicitur. Ergo &c.

Secundò probatur eadem propositio pariter contra vtranque dictam sententiam, hoc modo. Quia tenuissima illa substantia, in qua motus à lucido propagatur, expansa est per aerem, aquam, crystallum, & alia diaphana; nec potest cum illis esse penetratiuè; superest vt in eorundem poris contineatur: quia verò in diaphanis contiguis, vt crystallo & aere; à poris huius, ad poros illius liberum habet commeatum, ita vt quæ in poris aereis est continuetur, absque interruptione, cum ea quæ est in crystallinis; alioqui hoc ipso lucis ibidem interrumpetur propagatio: & quia pori non tantùm secundùm refractionis lineam, sed etiam secundùm ipsam lineam incidentiæ productam dispositi sunt, vt explicabitur *prop.* 29, alioqui ad omnes angulos incidentiæ vna solùm fieret refractio, quod falsum est. Sequitur substantiæ illi tenuissimæ, implenti poros pariter omnes (id est tam eos qui secundùm aliquam refractionis lineam, quàm eos qui secundùm lineam incidentiæ diriguntur) etiam vt implenti pariter omnes, motum imprimi. Euidens enim est ob dictam eius cōtinuitatem posse impul-

 sum,

ſum, & motum à parte quæ in poro aereo eſt in eam quæ in cryſtallino, deriuari: & cùm ſit eadem ratio de omnibus poris, quæ de vno poro; ſequitur impulſum, qui in tota ſubſtantia illa poris aereis incluſa viget, communicari pariter toti illi quæ in cryſtallinis eſt: hoc autem poſito euidens eſt, vel totum motum eſſe directum ex aere in cryſtallum: vel ſi quid habet refracti; ab eo, quod eſt directum, ita abſorberi, vt ſimul confundatur. Ergo ſi huiuſmodi motus ſeu eius apparitio, lux eſt; nulla erit lux refracta; vel ſi aliqua eſt, cum alia in eadem cryſtallo directè propagata confundetur. Igitur &c.

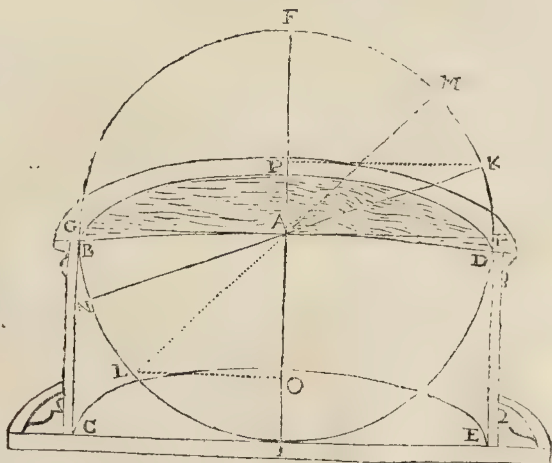
Probari vlteriùs poteſt eadem propoſitio ſpecialiter aduersùs ſententiã quæ prima eſt in duabus prædictis, ex eo quòd quamuis per me ipsũ *lib. 3 ad 3 poſtul. lem 3*, impetus qui ſeruit motui incidentiæ ſecundùm id quod habet de parallelo, maneat illæſus, & conſequenter totum ſuum effectum conſequatur, quem conſequutus fuiſſet dato quòd nulla fuiſſet percuſſio, ac repercutio: attamen id accipiendum eſt, ſicut aſſeritur in materia reflexionum; vbi & eſt idem medium per quod motus ſicut incidentiæ ita reflexionis propagatur; & adeſt repercuſſio, quæ partem impetus perpendicularem omnino retorquet; parallelam verò minimè lædit. Sed in caſu refractionum mutatur hypotheſis; nam medium in quo fit motus refractionis, diuerſum eſt ab eo in quo eſt motus incidentiæ; & præterea nihil adeſt quod ſpecialiter lædat, aut iuuet determinationem, quæ eſt in parte motus perpendiculari; non autem ſimul iuuet, aut lædat eam quæ in parte parallela eſt. Nam repercuſſio in refractionibus locum non habet (aut ſi habet, vi illius fit reflexio) præſertim quando ſecundum diaphanũ eſt minus contumax, vt eſt euidens, quia in eo reſpectiuè ad primum nulla eſt reſiſtentia ſiue in partem perpendicularem, ſiue in parallelam: vnde in eo nulla eſt ratio cur motus acquirat ampliùs de perpendiculari, retineat verò præcisè id quod ſibi de parallelo aliàs ex vi incidentiæ debetur. Cùm enim medium minùs cõtumax facilitatem permeãdi præbeat æqualiter, mobili vt delato ſecundùm partem impetus parallelam, & vt delato ſecundùm partem perpendicularem, vt pote in omnem partem æquè permeabile; ſequitur ex parte medij nullam peti poſſe cauſam inæqualitatis quoad hoc: ſed nec peti poſſe ex parte ipſius impetus qui eſt in mobili, patet, quia impetus non minùs aptus eſt iuuari in vnam partem, quàm in aliam; vel ipſe in vnam magis nititur quàm in aliam; vel magis indifferens eſt ad hanc quam ad illam: ergo æqualiter recipit quod ſibi ex parte medij facilioris æqualiter præbetur in auxilium: niſi dicatur mentem ei eſſe conſilij capacem, qua ex aliquo præintento fine deliberatè partem hanc auxilij recipiat, aliam reſpuat; non verò vtranque determinatè admittat.

Confirmatur hoc ipſum exemplo ſagittæ, valido ſub plurima aqua merſo arcu excuſſæ, & cum inclinatione ex eadem aqua in aerem erumpentis: nulla enim eſt ratio cur ſagitta in aere lineam primæ ſub aqua initæ di-

ctionis

rectionis deserere debeat, ea præcisè de causa quòd facilior, ac liberior illi transitus in aere concedatur, quàm concederetur in aqua: imò è contrà, maxima ea est ratio cur eam lineam rectà prosequi debeat, vtpote nullum inueniens in transitu impedimentum; hoc ipso quòd inuenit faciliorem transitum; faciliorem inquam in omnem æqualiter partem, id est, vt suprà tum parallelam, tum perpendicularem. Hoc verò totum facilè applicari potest luci per varia diaphana transmissæ, seruata proportione.

Ergo in casu proposito si sola habeatur ratio medij vt magis aut minùs facilè permeandi; vel impetus vrgentis ad permeandũ; vel etiam vtriusque simul; duobus momentis acquiretur punctum, quod non modò ab A sed etiam ab A I atque G A, tantundem distet; quantùm ab eodem A, & A F, atque A H distat K: id autem est necessariò punctum N, ex diametro oppositum puncto K: ergo per A N progredietur lux duobus momentis intra medium minùs contumax; sicut per K A, tribus in medio contumaciori. At A N & K A coincidunt necessariò in vnam rectam, cùm sint in vna diametro: hoc autem posito nulla fieret refractio lucis è medio contumaciori in minùs contumax lapsæ.



Cùm autem iam probauerim nullam in hoc modo dicendi refractionem fieri, quando secundum diaphanum est minùs contumax; nullo negotio probare possum, nec etiam fieri quando est contumacius: tum quia *iuxta propos.* 2, eadem est via ingredientis & exeuntis lucis; tum quia ex vi allati principij solùm sequitur, vt si duobus momentis lux in medio faciliori peruenerit incidendo ex N in A; tribus momentis in medio contumaciori perueniat ex A in K: in medio enim contumaciori resistentia

(quæcunque illa eſt) æqualiter aduerſatur motui in quamcunque partem; quia in omnem æqualiter eſt difficile permeatu: impetus verò, quo lucis motus propagatur, non maiorem aut magis liberam habet de ſe vim, ſiue inclinationem, ſiue indifferentiam in hanc quam in illam partem, vt ſuprà dicebam; ac proinde æqualiter in omnem partem afficitur ab ea medij reſiſtentia ſeu difficultate.

Denique in eadem ſententia minùs placet, quod medium minùs contumax ſeu faciliorem præbens tranſitum luci exiſtimatur eſſe denſius; e contrà verò, contumacius id quod rarius; quaſi ſint pori in raro anfractuoſi, & ſcabri; in denſo autem læues, ac lubrici; proptereaque faciliùs per iſtos, quàm per illos lux propagetur; ſicut faciliùs per nudam ac læuem tabulam decurrit pila, quàm per eandem tapetio inſtratam; eo quod illi continuè ſint offendiculo tum villorum pexitas, tum intertextorum ſtaminum exuperantiæ. Id inquam minùs placet; tum quia gratis dictum, tum quia, licet in re verum eſſet; tamen in ipſo raro, pororum per quos lux à perpendiculari refracta propagatur, non eſt maior ſcabrities, quàm eorum per quos in eodem raro iter eſt versus perpendicularem: quæro ergo rationem, cur potius illos quàm iſtos lux peruadat; cum *ex ante dictis*, ratio peti non poſſit ex parte ipſius medij, nec ex parte determinationis ad motum parallelum.

Peculiare etiam aliquid habeo contra ſecundam ſententiam; quod ſcilicet non ſatis aptè probet lineam lucis EF *in 2 figura prop.* 11 diſtrahi in VT ſe maiorem. Ratio enim, quam affert, quia ſcilicet eſt in materia tenuiſſima, non probat; quandoquidem non eſt maior in materia lucis, tenuitas ſecundum lineam radij tranſuerſam EF ſeu KL; quàm ſit in eadem, ſecundum lineam longitudinis CE vel DF: ſi enim aliqua admitteretur poſſibilis interruptio, non eſſet in diaphano continuo, motus agitationis continuus; vtpote interruptus: & ita non poſſet vltra punctum interruptionis propagari, quia per ſaltum propagaretur; id eſt per partes medij non motas, ac ſine motu; quod eſt impoſſibile: & nihilominus ex hac eadem ſententia conſtat, totalis radij latus CEKN diſtractius eſſe, quàm DFLO, vtpote longius; cum tamen non plures habeat partes lucis.

Pro-

Propoſitio XXVI.

Lux in diaphanum effluuio emicat de lucido.

DVæ tantùm in genere poſſunt eſſe cauſæ lucis ſeu exiſtentiæ lucis in diaphano; altera eſt vniuoca, altera æquiuoca; id eſt ex vſu ſcholæ, altera eiuſdem cum luce eſſentiæ, altera diuerſæ. Vniuocam à productione lucis cauſam excludit *prop.* 16, vbi oſtenſum eſt lucem non fieri propagatione, id eſt actione qua pars vna lucis aliam producat, &c. ſupereſt ergo vt, vi alicuius cauſæ æquiuocæ, ſit lux in diaphano: & quidem cauſa illa æquiuoca neceſſariò erit lucidum aliquod; lucidum enim vocamus id omne quod lucem in ſe eſt: nec aliquid agnoſcimus productiuum lucis ad extra, habens, lucis productiuum ad extra, quod non etiam in ſe lucem habeat. Et quia iam conſtat *ex propoſitione* 24, lucem non eſſe nudum motum; ſiue apparitionem motus à lucido propagati; ſequitur eſſe aliquid ſolidioris entitatis: duobus autem modis tantùm, intelligi poteſt quemlibet eius generis effectum à ſua cauſa produci ad extra: primus eſt, ita vt ab ea extra ipſam accipiat primam exiſtentiam, vt à verè efficiente in externo ſubiecto: ſecundus eſt ita vt ab ea, atque in ea ſeu in eius ſinu accipiat primam exiſtentiam; & mox ab eadem enitente, foras emittatur, vel ſponte erumpat. Et quidem quando hoc ita fit, vt non totus in vnum compactus effectus vno nixu proferatur, vel exiliat; ſed iugi fluore ſicut è perenni fonte aqua exeat; dicitur effluuio exire, & vocabulo ad lucis naturam accommodatiori, emicare.

Cùm itaque res ſit euidens, tertium effectiuæ productionis ad extra, modum excogitari non poſſe; neceſſe eſt alterutro ex illis duobus, lucem, à lucido produci in diaphano: at primus excluſus eſt *propoſit.* 14, vbi oſtenſum eſt actionem immediatè ab agente phyſico pendentem, & in diſtans; eſſe impoſſibilem: ſupereſt ergo ſecundus, vt ſcilicet lux effluuio emicet de lucido.

Neque hìc locus ampliùs eſt obijciendi inſtantaneam totius diaphani illuminationem ad quamcunque diſtantiam; ſuprà enim videlicet *prop.* 12 oſtendi nullam eſſe aduerſarijs hac de re certam notitiam, & *propoſit.* 13 oſtendi illuminationem non ideo fore inſtantaneam, quòd ex hypotheſi lux in motu, ſeu motus à lucido propagati apparitione conſiſteret. Imò quia iam, vt puto, euidenter oſtendi, productionem lucis per effluuium; licet mihi ſubiungere ſequentem propoſitionem:

Propositio XXVII.

Locali physico motu non instantaneo, sed successiuo, celerrimo tamen, lux per diaphana fertur quemadmodum reflexè, ac refractè, ita & directè.

CVm constet euidenti experientia lucem siue directam, siue reflexam, aut refractam, esse de nouo in hoc nostro aere, vel alio quouis diaphano & *per propositione* 24 & 25 lux non consistat in motu seu apparitione motus: *per præcedentem* autem sit aliquid à lucido ad extra exiens in diaphanum; sequitur lucem esse aliquid quod aliquando locum habeat in lucido, & de nouo locum acquirat in diaphano. At lux sine dubio locum vtrunque simul & secundùm idem sui non retinet, ad modum rerum spiritualium cùm ipsa sit quid corporeum, & materiale vt dicebam *in fine prop.* 22; & consequenter legem sequatur rerum omnium sibi similium: locus verò vnus acquiri, alio relicto non potest nisi motu locali; in hoc enim consistit motus: ergo lux motu locali fertur per diaphana: lux inquam non solùm reflexa, & refracta sed etiam directa; quia hæc ab illis secundùm naturæ speciem non differt; sed est illæ eædem, cum sola accidentaria differentia motus reflexi, vel refracti; nam *ex dictis ad primam definit. lib.* 3, *& magis dicendis inferiùs prop.* 30; secluso puncto reflexionis, & refractionis, totus lucis motus directus est.

Et quia motus localis istantaneus est impossibilis; quemadmodum & quod ex eo sequitur; videlicet mobile esse eodem indiuisibili instanti in terminis à quo, & ad quem, ac in toto medio; necesse est successiuum dicere motum lucis; benè tamen licet eundem dicere celerrimum, suffragante experientia, qua constat nullum esse in tota rerum corporearum natura celeritatem, celeritati lucis æqualem, saltem vulgò sensibilem (fortè enim aliquæ aliæ sunt ea non inferiores, vt effluuij magnetici) quod ipsum vt dicebam *prop.* 12 fundamentum fuit (licet non satis firmum) existimandi eam esse infinitam seu instantaneam. Igitur locali physico motu, non instantaneo &c. vt fuit propositum.

Difficultatem aduersùs hanc sententiam posset adhuc fortè apud aliquos creare autoritas Aristotelis, oppositam disertè docentis & probare contendentis *lib.* 2. *de anima cap.* 7: quapropter ad omnem remouendum scrupulum; operæ pretium erit, si cum bona venia autoritatis, argumenta viri discutiam: quod & præstabo, postquam proposuero & exposuero quid ille de lumine siue de luce (puto enim hæc apud eum non distingui, sicut neque apud me; quantumuis aliqui de ijdem distinguendis nimium scrupulosè solliciti sint) sentiat; & quæ sit ei sic sentiendi ratio.

1. Itaque dicit *lumen esse actum perspicui, qua ratione perspicuum est.*

2. *Per-*

2. *Perspicuum esse id, quod est quidem visibile, non autem per se; sed per alienum colorem, vt aerem, aquam, vitrum &c.* Addit. *Non enim aqua vel aer, vt est aqua vel aer, perspicuum est: sed quia natura eadem inest in his vtrisque, & in perpetuo supero corpore.*

3. *Atque lumen quasi perspicui calor est, cùm est perspicuum actu ab igne, vel ab huiusmodi corpore, quale est ipsum superum corpus.*

4. *Lumen neque ignis est neque omnino corpus, neque corporis est vllius defluxus &c. Sed est ignis, vel huiusmodi cuiusdam in perspicuo præsentia corporis.* Probat autem 1, non esse corpus, sic. *Fieri namque non potest, vt in eodem sint duo corpora simul.* Et 2, probat esse præsentiam ignis &c. Sic. *Videtur tenebris contrarium esse lumen; at tenebræ priuatio sunt talis habitus, atque ignis vel corporis talis absentia à perspicuo; quare patet huiusce præsentiam esse lumen.*

5. Contra Empedoclem, qui censuit lumen ferri, atque extendi inter terram & continens, nosque id ipsum latere, obijcit sic. *Hoc enim & rationis metas egreditur, & est præter ea nimirum, quæ apparent: in paruo namque spatio motus fortasse lateret; sed ab ortu Solis ad occasum, tanti corporis motum latere; magna nimium profectò est postulatio.*

6. Addit. *Patet quod in lumine videtur esse colorem; quo circa sine lumine non videtur: hæc est enim sanè coloris ratio, esse inquam eius motiuum quod est perspicuum actu.* Et postea. *Sed color quidem mouet perspicuum, vt aerem; ab hoc autem cùm sit continuus, sensus instrumentum mouetur.* Et postea. *Ab odore quidem, & sono mouetur medium; ab hoc autem vtrunque sensuum instrumentum.* Et subdit. *Simili modo res se habet in tactu, & etiam gustu, sed non apparet.*

Ex his ego mihi videor posse colligere hanc esse doctrinam Aristotelis de modo quo fit visio tum colorum mediante lumine, tum ipsius luminis: nimirum in primis, vt color moueat perspicuum actu (puta aerem) & eo mediante organum visus; atque ita cernatur. Deinde vt perspicuum in actu, sit idem quod perspicuum illuminatum; quia dicit lumen esse actū perspicui. Demum vt perspicuum sit illuminatum hoc ipso quòd in illo præsens est ignis, Sol &c. quia dixit talis corporis præsentiam esse lumen, sicut tenebras eiusdem absentiam.

Aristotelem igitur autorē quodammodo habet sententia superiùs *num.* 5 *prop.* 9 relata, quatenus hæc, locali propagato per diaphanum motu cerni lumen dicit; quemadmodum Arist. asserit tum expreßè de colore; tum consequenter de lumine cùm addat lumen esse quasi colorem perspicui: quare ipsa Aristotelis sententia potest eatenus ijsdem argumentis reijci, quibus illa reiecta est *prop.* 24 & 25: sed insuper quò lux nostra magis elucescat, necesse est diligentiùs discutere quidquid in modò commemoratis Philosophi propositionibus vtcunque nubilosum est.

Ad *num.* 2, non video qui perspicuum (videlicet omne perspicuum vt defi-

definitio conueniat omni definitio) ſit id quod eſt quidem viſibile ſed per alienum colorem ; nam primò certum eſt Ariſtotele etiam autore aerem eſſe perſpicuum ; & tamen cõſtat eundem per nullum ſeu ſuum ſeu alienũ colorem videri : quis enim vnquam vidit aerem ? 2, ſicut fieri non poteſt vt audibile aliquod audiatur per ſonum alienum ; guſtabile guſtetur per alienum ſaporem &c. ita neque vt viſibile aliquod videatur per colorem alienum. Præterea quærenti cur aqua vel aer ſit perſpicuum, non puto ſatis idoneam reddi rationem à dicente, *Quia natura eadem ineſt in his vtriſque & in perpetuo ſupero corpore*. Cùm enim perſpicuum ſit & intelligatur illud, per quod ſeu trans quod aliud videri poteſt ; adhuc ſupereſt quærendum, quare ſuperum illud perpetuum corpus (ſeu intelligat corpus cœleſte incorruptibile, ſeu quid aliud) ſit perſpicuum ideſt tale vt per illud videri aliud poſſit. Et ita, dicendo aerem eſſe perſpicuum quia participat naturam perpetui ſuperi corporis ; eſt eludere quæſtionem, & quærentem deludere ; certè verò non ſatisfacere.

Ad *num.* 3 & 1. Si lumen eſt aliquo modo perſpicui color ; & idem lumen eſt actus perſpicui ea ratione qua perſpicuum eſt ; eodem ſanè modo erit actus quo eſt color, id eſt tam propriè dictus, & tam proprius perſpicui erit actus, quàm propriè dictus, & quàm proprius eiuſdem eſt color : ergo vel perſpicuum, quod per lumen quodammodo eſt viſibile, eſt viſibile per proprium colorem, contra numerum 2 ; vel, lumen non eſt propriè dictus, nec proprius perſpicui actus contra *num.* 1.

Ad 4. Si argumentum, quo probat lumen non eſſe corpus, vel corporis defluxum ; eſt efficax : probabit etiam, vapores & fumum non eſſe corpus ; ſimiliterque vinum aqua mixtum in cyatho ; vel ſanguinem in carneis minutiſſimis particulis : quia ſcilicet fieri non poteſt, vt in eodem ſint duo corpora ſimul. Sed ego huic argumento, vt iam dixi *propoſ.* 12 ſatisfaciam *prop.* 29.

Quòd ſi Ariſt. contendat lumen eſſe per totum perſpicuum & in eodem cum illo loci puncto ; id ſanè nondum probauit, nec probabit vnquam. Præſertim cùm ex *prop.* 5 iam conſtet ab ipſomet aere &c. reflexionem lucis fieri: cuius rei rationem etiam reddam *prop.*40. Argumento autem quo probat lumen eſſe ignis &c, præſentiam ; ex eo quòd eius abſentia ſint tenebræ ; 1 non probat lumen & perſpicuum eſſe in eodem loci puncto ſimul. 2, Eodem modo & eadem vi probaret calorem eſſe præſentiam eiuſdem ignis &c. quia ſimiliter eius abſentia eſt non-calor. Nec dicat eſſe diſparitatem eò quòd calor in manu ſuperſit abſente igne : nam vrgebo, quia abſente eodem ſupereſt pariter lux in Liteophoro, vt centies expertus ipſe ſum; & ſupereſt in ipſomet oculo abſente Sole, vt patebit inſpiciẽti primùm intenta acie Solem, & mox claudenti operientique oculos. 3. Si lumen eſt ſola præſentia, ergo non eſt accidens de genere qualitatis ; vt tamen vulgò putant, qui ſe Ariſtoteli adhærere putant. 4. *Si præſentia Solis*

lis in perſpicuo, eſt actus perſpicui, ſeruata paritate, præſentia ſaxi in aere, erit actus aeris: imò quia tam præſens eſt ſaxo Sol, quam cryſtallo, aquæ &c. vtpote in loco ſecum, & ſibi æquè vicino, &c. exiſtenti; ſaxum æque ac cryſtallus, aqua &c. erit perſpicuum, id eſt Solis æquè nobilitatum præſentia. 5. Quid quæſo cõfert perſpicuo ea præſentia ignis, Solis &c. quę poſſit à colore moueri? an confert calorem? ergo æſtate clariùs videremus, quã hyemę, cæteris paribus. An tenuitatem? ſed ſanè cryſtallus & aqua retinent etiam Sole præſente priſtinam denſitatem. Quid igitur? certè non video, nec ipſe aſſignare poterit. Non ergo verum eſt, nec bene probatur lumen eſſe nudè præſertiam ignis, Solis &c. & multo minùs aptè, ſupponitur tenebras eſſe abſentiam ignis, Solis &c.

Ad 5. Quod obijcit Empedoli, tanti corporis (nimirum luminis) motũ & eſſe præter ea quæ apparẽt &c. & in tãto ſpatio ab ortu in occaſum non poſſe latere; adeoque lumen non eſſe corpus &c. Seruata eadem argumenti forma, & vi, probaret æquè, ventum non eſſe corpus nec moueri; quia motus eius viſum ſaltem latet, quin & auditum; quando eſt lenis auræ flatus; & nõ niſi ſolo tactu deprehenditur: vel ſi etiã viſu; non in ſe immediatè, ſed ſolùm in effectu: nec ſi fortè etiam tactum &c. lateret, bona eſſet conſequentia, ergo omnino motus venti non eſt, aut ventus corpus non eſt: multa enim reuera eſſe negare non poſſumus; quæ tamen nullo ſenſu deprehendimus, verbi gratia, id quo canis feram odoratur quam peruestigat. Sed directè reſpondeo argumento ariſtotelico, pace dixerim, leui ac futili in re tanti momenti; & dico non bene obijci, eſſe præter ea quæ apparent: nam ſi putat eſſe poſitiuam aliquam apparentiam, qua certò conſtat non eſſe verè eum motum; manifeſtè fallitur. Si verò intelligit eſſe ſolùm negatiuam quãdam apparentiam, quatenus ſcilicet non apparet ille motus, nec à vulgo deprehenditur; ſcit optimè Ariſt. ex pura negatione apparentiæ non bene colligi negationem exiſtentiæ. ergo &c. Motum autẽ lucis non egredi metas rationis, oſtendi ipſa ratione. Dico 2, motum lucis quamuis exiguæ atque in ſpatio ſatis paruo, non ita latere vt ſenſu ipſo viſus non percipiatur tam bene ac præcipitur motus venti, & plumbeę glãdis tormento emiſſæ & aliorum ſimilium: licet enim ea dum in motu ſunt, minimè videamus propter motus celeritatem, vel tenuitatem ipſorum; effectum tamen cernimus, & ex eo agnoſcimus tum eſſe motum, tum corporis. Ipſi Peruiani, alijque apud Indos, aduenarum Hiſpanorum ictibus eminus petiti, licet mirarentur ſe percuſſos plumbo, cuius neque iactum neque motum viderant; non dubitarunt alicuius fuiſſe motum, & corporis; quod in vulneribus cernebant & inibi naſci non potuiſſe ſatis nouerant. Eodem prorſus modo licet non videamus lumen prout ſubeſt motui, ob eius mitrabilem tum celeritatẽ tum tenuitatem; cernimus tamen prout terminatum corporibus, in quibus ſcilicet, hactenus oſtendi non aliter eſſe poſſe, quàm quia in ea perlatum eſt motu locali directo, re-

flexo

flexo, refractoue. Patet ergo id quod Arist. dicit lumen esse actum perspicui, & esse præsentiam ignis &c. esse solùm verba & voces, vt egregiè etiam aduertit Kepl. in appendice superiùs citata.

Propositio XXVIII.

Lucis naturam ex præcedentibus explicare, simulque assignare causam, vnde illi motus indiscriminatim in omnes loci differentias.

CVm lux non consistat in simplici à lucido ad oculum propagato motu, seu in eius apparitione *per prop:* 24 & 25; nec sit in aere, crystallo, alioue diaphano, tanquam forma in suo subiecto physico *per prop.* 16, & *sequentes vsque ad* 21; Sit verò aliquid à lucido diffusum motu locali *per* 26 & 27: necessariò inducenda erit aliqua nobis hactenus ignota substantia tenuissima, quæ sit subiectum, ac vehiculum lucis; cum qua scilicet & in qua lux à lucido effundatur, effluat, impingatur, percutiat, repercutiatur, reflectatur, refringatur, &c. id, inquam necessarium erit, si sit lux forma quædam accidentalis, subiectumque exigat.

Attamen cùm nulla sit ratio, quæ sufficienter probet lucem esse accidens maximè postquam ostensum est *suprà citatis locis* eam non gigni in diaphano in quo est; non video cur non facilè dici possit, lucem esse illam ipsam tenuissimam substantiam, quæ à lucido effluat, & absque alieno vehiculo, se ipsa ac innato impetu velocissimè feratur secundùm lineam directionis, quam cœpit dum primùm è lucido exiliuit; ipsaque sit, quæ incidit, percutit, repercutitur, resilit, refringitur, absque superflua & nullatenus probata entium multiplicitate, quorum parsimoniam, cæteris paribus, amare debet sicut Natura ita Philosophus.

Et quidem si mihi nunc tandem dicere liceat quid sentiam de luce post magnam istam (sanè vt potui) accuratè, & cum maxima (vt oportuit) sensus aliàs minimè præoccupati indifferentia factam discussionem, dicam. Quemadmodum scilicet omnes Philosophi concipiunt purissimum vaporem ex aqua summè rarefracta, & attenuata extractum; substantialiter esse aquam; ita ego concipio lucem è flamma summè rarefracta, & attenuata extrahi, ac substantialiter non esse nisi flammam.

Fauet autem cogitationi huic meæ, sicut & illorum, quòd quemadmodum cernimus è plurimis per aera fusis tenuissimis (& visum frigientibus vaporibs) frigore coactis guttulas aquæ concrescere, & adhærescere nitidissimo, verbi gratia, cyatho æstate pleno aqua, seu vino è niue aut aliàs frigidis; ita cernimus lucis radios à speculo reflectente, vel refringente in vnum coactos excitari in purissimam flammulam, quæ lignum amburat, lique-

liquefaciat plumbum, &c. quæ ad flammam pertinent.

Nunc in secunda propositionis parte difficultatem facere videtur; quòd flamma, vt experientia constat, semper nitatur sursum, adeoque si lux aliquid flammæ est; & ipsa quoque motum sursum pariter affectabit: & tamen cernimus ad omnes indifferenter lucem expandi locorum differentias. Sed satisfit difficultati; quia etiam vapores sursum, ac dextra læuaque funduntur per aerem, licet aqua, vnde extracti sunt, deorsum vergat naturali pondere. Ita non solam grauium, è quibus exeunt, inclinationem sequuntur odorati halitus moschi, ambari &c. Ita spiritus magnetici nullam respiciunt loci differentiam; quantumuis è saxo ponderosissimo sint, & eiusdem cum illo naturæ, solo intercedente discrimine tenuitatis &c. Odores enim illos per aera quaquauersum sparsos, & magneticam vim tractiuam ferri, quin & istius reciprocam &c. huiusmodi, verè à suis fontibus effluuio exire, sicut lucem æquè facilè probari poteſt argumento facto *prop.* 26; præsertim cùm *ex* 14 constet fieri ea non posse à suis principijs actione in distans. Quemadmodum igitur tenuissima quæque, propter ipsam tenuitatem, licet è grauibus orta, non tamen vni grauium loco addicuntur; ita neque lux, vni loco ignis aliorumque leuium connaturali.

Nec dicat aliquis esse disparitatem quòd halitus illi aquei, ambarici &c. ob tenuitatem euadant leues; leuitate autem ad alta superent: lux verò ob tenuitatem quam habet ignea maiorem; igne etiam ipso multò leuior sit; ac proinde multò magis quàm ignis loca superiora petere debeat inferioribus derelictis: quo posito nihil huc appelleret lucis: sed meræ nos circumstarent tenebræ.

Respondeo enim non ponere me similitudinem in leuitate, cùm neque à leuitate moueantur huiusmodi tenuissima corpora: nam si ab ea mouerentur, non mouerentur nisi sursum: at euidens est moueri & sursum ac deorsum, & dextrorsum, ac sinistrorum, & in quasuis loci differentias; nec magis inclinari in vnam, quàm in aliam. Sed similitudinem pono, & vim facio in tenuitate, quæ sit luci quemadmodum spiritibus magneticis, alijsque, ratio peruadendi loca omnia præsertim quà liberos reperit meatus de quibus *prop. sequenti.* Et verò si prædicti spiritus ad quæuis loca indiscriminatim feruntur eodem propriæ naturæ impetu, nulla hinc renitente grauitate, nulla inde leuitate reluctante: quantò magis à leuitatis inclinatione (quidquid interim sit in rerum natura leuitas, de quo mihi nunc non est quæsito) libera erit, atque ad motum in omnes loci differentias expedita purissima lux ob eximiam tenuitatem suam? cùm aliunde vim habeat se mouendi sicut ignis habet; quod nunc quidem, vt rem satis certam suppono, aliàs si opus est, auxiliante Deo probaturus.

Interim tamen non præteribo tacitus, id quod mihi nuper obijciebatur, interrogando quò abierit tanta lucis copia, quæ ab initio conditi orbis à Sole fluxu nunquam interrupto promanat implens omnia. Sed puto

me

me ſatisfeciſſe alia interrogatione; nimirum quæro quò abierit tanta ignis copia ex tot ac tantis vbique terrarum tum à natura, tum ab hominibus inde orbe condito excitatis incendijs: quod enim aduerſarius reſponderit de igne; reſpondeat idem ſibi de luce, eò quòd exigua ignis ſcintilla maximæ, ideſt fuſiſſimè expanſæ luci æquiparatur ſicut aquæ gutta vapori longè diffuſiori. Quid tamen reſpondendum ſit vide inferiùs *propoſit.* 44.

Propoſitio XXIX.

Lux in diaphano viam rimatur per eius poros, quos repererit idoneos, & ad motum ſibi connaturalem accommodatos.

MVlta hìc ad propoſitionis tum expoſitionem, tum probationem complectar, adeoque numeros apponam ad diſtinctionem.

Primò. Duo nouimus oppoſita corporum genera; quorum alterum luci peruium, alterum imperuium eſt; hoc vocamus opacum; illud diaphanum: nunc autem inueſtigamus cur in diaphano viam lux inueniat, in opaco minimè: & quidem cum conſtet *per prop.* 28 lucem vel eſſe corpus, vel alicui corpori inhærere, quod à noſtris diaphanis multùm diuerſum, cum ipſa pariter è lucido fluat, ac per eadem diaphana diffundatur; nec iam liceat concipere motum lucis, niſi vt motum corporis; vel cum motu corporis: hoc ipſo conſtat poros in diaphano eſſe, per quos videlicet lux abſque mutua ſui cum diaphano penetratione, tranſmittatur; & inſuper tales eos eſſe poros, quales in opaco non ſint: ſi enim in opaco æquè ac in diaphano pori forent omnino ſimiles; pariter per vtrunque luci tranſitus pateret.

2. Pori in quolibet corpore ſunt vacuitates quædam, ſiue ſpatiola inter quaſlibet plenas ac ſolidas partes, ni omni prorſus corpore inania, certè nihil continentia eius corporis in quo ſunt. Siquidem talis corporum naturalium contextura eſt, vt non omnes eorum partes, iugi ordine & nuſquam interrupto cum alijs vndique cohæreant: ſed quia hinc cohærent cum aliquibus, inde ab omnibus alijs diuelluntur; inter plures ſic ab inuicem auulſas, remanent concauitates, vt in ſpongia, pumice, pane, alijſque cernere eſt. Et quidem in quolibet corpore quantumuis duro ac ſolido, etiam vitro poros eſſe experientiæ non paucæ probant: iſta in primis, qua conſtat in vitream laguncluam perpetuo vndique vitro clauſam, nulloque relicto ſpiraculo, denique hermeticè ſigillatam, excluſo aere quo plena eſt, aquam immitti, ac iterum ex eadem pariter illæſa extrahi, non certè alia via, quàm pororum, qui ſoli in ea patent. Præterea poros eſſe in cryſtallo ſeu vitro per quos luci tranſitus pateat, iſtud meo quidem iudicio

dicio euidens, argumentum probat; quòd ignita cryſtallus minimè diaphana eſt, nimirum propter poros igne ipſo tunc completos, atque ita minimè peruios alienæ luci; vnde igne paulatim auolante redditur ſua cryſtallo perſpicuitas.

3. Iam verò quia non omnia corpora ſimilem habent ſuarum particularum contexturam, nec ſimilibus ordinibus digeſtam; nec conſequenter ſimilis eſt in omnibus diſpoſitio pororum: ſed in quibuſdam pori ſunt, vt in labyrintho, varijs itinerum ambagibus, occurſibus ac recurſibus implicati, anfractuoſi, recurui aut etiam interſepti, qui præbeât aditum, tranſitum præcludant: in alijs autem ſolidæ quælibet particulæ relictis, vt dictum eſt, inter ſingulas ſpatiolis, recta ſerie, & æqualibus vndique interuallis, alijs atque alijs ſubinde ordinibus innumeris ſimilibus diſponuntur; & ſic inter eas omni ex parte quaquauerſum recti meatus patent, ſicut in viridarijs ob directos in quincuncem ordines, quocunque te vertas rectam ambulationem inuenies.

4. Corpora fluida non omnia eodem modo ſe habent in motu, quo ſe per aliorum poros inſinuant, vt in alteram partem tranſeunt: aqua enim, verbi gratia, cum otio tranſitum quærit in fictili nouo; & ſic indiſcriminatim, quà datur exitus per hydriæ poros, ſiue obliquus, ſiue directus; vrgente quidem, ſed tamen otium dante naturali pondere, exit. Lux verò cùm propter maximam ſuam tenuitatem, & ſimul maximum quo fertur impetum; quietem neſciat, dum libera eſt; & moram non patiatur: ſi iuxtà ſui naturam impetus (qui vt *prop. ſequenti* dicetur lineas motus rectas neceſſariò ſemper affectat) iter inueniat rectum, ac patens citiſſimè tranſilit; ſi obſtructum offendit, reſilit eodem impetu, etiam citiſſimè. Corpora itaque poros habentia directos, luci peruia ſunt, cætera imperuia.

5. Sed inter ea, quæ peruia ſunt, id intereſt diſcriminis, quòd aliqua poros habeant latiores, minutioribus ſcilicet interiacentibus partibus plenis; alia è contrà partes plenas mole maiores, adeoque incurrentes poros minutiores: quamuis fieri poſſit, vt partes ſolidas habeant plurimas ſed mole exiguas, & pariter poros frequentes, ac minutos; vel contrà partes magnas & paucas, & conſequenter poros paucos, eoſdemque anguſtos; & fortè aliquando multitudo anguſtorum æquiualeat paucorum multitudini. Sed hæc in corporibus diſcrimina, ſenſus non diſcernit, etiam microſcopio adiutus: tanta eſt Naturæ, in huiuſmodi varia corporum contextura, ſubtilitas. Vt vt ſit; vbi plures patent, vel ampliores pori directi cæteris paribus, plus lucis tranſmitti poteſt; eaque ſunt magis diaphana corpora, per quæ maior cæteris paribus, copia lucis tranſmittitur.

6. Præterea ex ijs diaphanis, quæ lucis eidem radio tranſitum præbent, aliqua permittunt faciliorem, alia minùs facilem. Et quidem tranſitus in iſtis minor facilitas eſt propter anguſtias itinerum, ſeu pororum; eò ſcilicet quia lux è laxiori puta aereo in cryſtallinum arctiorem porum illapſa, ob impetus vehementiam vi quadam ſe ſe in illum ingerit, non equidem

iusta latitudinis radij mensura minorem; sed certè iusta, ac rigida, nullatenus maiorem; ac proinde latera eius, lateribus radij cum quodam sanè pressu & affrictu strictim radit; eamque ob causã, vt in similibus contingere cernimus, in suo progressu nonnihil detenta, aliquantulùm de celeritate motus remittere cogitur; retenta nihilominus impetus vi integra, vt pote natiua non mutuatitia; qua nempe se se ipsam iterum incitet, ac priscinæ restituat velocitati, vt primùm ex ijs angustijs elapsa, nacta fuerit ampliori in spatio facultatem motus liberiorem.

7. Et quia in biuio latius patet spatium quàm inter septa vnius viæ; porus autem latera non habet vno vndique solidarum partium tenore perpetua; sed in eum alij similes pori frequentes incursant, plurimaque cum illo efficiunt biuia, triuia, quadriuia &c. inde fit vt lux in poro progressa nunc inter duas partes plenas hincinde prematur; nunc spatio liberiori gaudeat in biuio; atque adeo vt alternis motum præcipitet, cohibeatque plùs minùsue, prout in diaphano plùs minùsue plenarum est partium; siue quod idem est plùs minùsue densitatis.

Propositio XXX.

Rationem ex parte lucis reddere, cur ea motum rectum, ac per radios directos naturaliter affectet; & tamen eadem aliquando deflectat à rectitudine viæ, ac per radios fractos progrediatur.

RAtio hæc est. Quia lux sicut partes habet quibus constat, vt pote diuisibilis; ita eas habet æquali præditas velocitate, vtpote homogenea: Et quia inter eas partes, quæ in fronte radij sunt; & primæ viam carpunt; nulla ex se est alijs tardior, nulla velocior; linea radij transuersa (cui nimirum dictæ illæ partes omnes velut eidem iugo subsunt) semper angulum rectum necessariò efficit cum vtroque latere viæ iam decursæ, id est cum vtroque radij latere. Quia verò reliquæ lucis partes, quæ primas illas sequuntur æqualem cum ijsdem habent velocitatem; inde fit primò vt semper ipsis à tergo instent & continuè succedant absque interruptione: secundò vt eadem prorsus via sequantur absque diuerticulo. Et hac demum ratione fit, vt luci naturaliter conueniat ac debeatur motus rectus videlicet per radios directos *iuxta dicta lib. 3 ad 1 definit.* Et cùm hoc ita sit, ex opposito causa obliqui motus lucis seu causa fractionis radij ex parte eiusdem lucis, erit necessariò inæqualitas velocitatis partium quæ in fronte radij sunt. Quemadmodum cernimus vnum eundẽque axem geminis, & æqualibus rotis delatum, in directũ moueri; quando vna est vtrique rotæ velocitas: & è contrà, illum agi transuersum atque à viæ rectitudine deflectere conspicimus; eò solùm quia vna præ altera, celeriùs rota vertitur.

Ra-

Ratio itaque cur lux motu recto, & per directum radium connaturaliter, & aliàs non recto, ſeu per radium fractum fluat, etiam à pari, non alia eſſe poteſt (quantùm ad ipſam attinet) quàm hinc æqualis in omnibus eius partibus; inde autem maior in vna, minor in alia parte velocitas.

Dixi quantùm ad ipſam attinet; quia aliàs non videtur impoſſibile, vt radij curuentur per accidens, ob motum tranſuerſum diaphani, per quod lux mouetur, ſicut cum proportione directio motus ſagittæ, vel etiam plumbeæ glandis fiſtula exploſæ vi ignis, detorquetur ob contrarium aeris motum; ſed lucis, quæcunque ſit ea ex cauſa, incuruatio non poterit eſſe niſi valde exigua tum ob celeritatem maximam lucis, tum ob tenuitatem; ſicut cernimus glandis directionem multò minùs detorqueri, quàm ſagittæ ob impetum iſtius multò minorem, & molem maiorem. Denique licet aliquando magna foret ea ex cauſa radij curuitas; ſenſibilis tamen eſſe non poſſet, cùm, vt patet, ne, ſenſibilis quidem ſit ea, quæ fit ob refractionem in aqua, vel in cryſtallo, niſi aliunde id aduertamus: in aperto autem aere, vel æthere, vnde quæſo errorem, ſi quis eſt, deprehendemus.

Propoſitio XXXI.

Rationem ex parte lucis reddere, cur parte vna radij ob difficilem tranſitum retardata; alia interim, etſi quodammodo libera ſit ab hac difficultate, non tamen ſociam deſerat auolando; ſed ambæ ſimul ob inæqualitatem velocitatis mutent directionem priorem motus, & radium incuruent.

DVbitari fortè poſſet *aduerſus partem ſecundam præced. propoſitionis* an reuera propter velocitatem in vno radij latere maiorem, & minorem in alio, fieri poſſit in toto radio motus obliquus, ſeu non rectus: & ratio dubitandi erit. Quia primò partes lucis ſpontaneam, eamque facillimam habent ſeparabilitatem ab inuicem, vt patet, quia quilibet radius in exiguæ ſphæræ ſpeculum conuexum incidens, reflectitur infinitis pene radijs in quos nimirum diuiditur, propter ſolam diuerſitatem angulorum, quibus ſingulæ ipſius quaſi filatim ſumptæ particulæ feriunt ſpeculi ſuperficiem. Et ſecundò, quia lux, cùm (vt nos ipſi diximus) ſit aliquid homogeneum; partes omnes habet æquali præditas impetu ad motum celerrimum: ex his autem fieri videtur; vt ſi latus vnum radij ob diaphani contumaciam retardetur; aliud interim latus ſua ſibi propria velocitate fruatur, ac pertranſeat: hoc autem poſito ſequetur vnius radij directi non incuruatio ſed diſſipatio in duos directos.

Attamen quia *ex prop.* 28 iam conſtat lucem eſſe corpus; & quidem non incompactum quaſi ſimplicem puluiſculi tenuiſſimi congeriem; ſed pro

modo ſuæ ſummæ tenuitatis coagmentatum; vt eſt aqua, vt eſt aer, & flamma, aliaque huiuſmodi fluida; ſequitur quemlibet in quouis poro diaphani radium, partes habere continuas, & propter ipſam continuitatem ſibimet aliquantulùm cohærentes; ita vt ratione cohærentiæ, partes illæ quæ liberam habent facultatem velocioris motus, alijs quodammodo impeditam habentibus ſe ſe prout poſſunt fluendo accommodent ad continuum vnum omnium ſimul fluxum: poſſunt autem abſque diſpendio prædictæ ſocietatis, & ſimul abſque diſpendio debitæ ob prædictam libertatem, velocitatis maioris; poſſunt inquam mutando ſolam directionem motus, & efficiendo per lineas curuas tantundem itineris, quantum efficerent per priores rectas: ſicut in duabus illis rotis de quibus *præcedenti prop.* dicebatur, intelligi poteſt.

Et inſuper illuſtre ac ſatis idoneum huius rei exemplum cernimus, dum aquæ ex erecto perpendiculariter tubo, magna copia, ruenti ſubijcimus planum aliquod (quantumuis tenue) perforatum, & ad ipſam lapſus aquæ lineam inclinatum: tunc enim aquæ partes, quæ in planum vndique circa foramen incurrunt, reflectuntur (ſicut de radij partibus circa diaphani poros in ſolidas partes incidentibus dicebatur *propoſ. 29 num.* 4) quæ verò partes foramini illabuntur; priorem, qua inſiliuerant, directionem deſerunt; & quidem omnes: nam omnes pariter tranſeunt refractè, nullæ directè: cùm tamen aliquibus ſanè guttullis ſeorſim à reliqua maſſa ſumptis (illis nempe quæ pro data foraminis latitudine directum per illud tranſitum ſolæ inueniſſent; vt aliquæ neceſſariò inueniſſent) facilior ſine dubio, & commodior foret tranſitus directus, alijs dimiſſis vt refractè tranſirent; vt patet quia ſic non cogerentur recedere à naturali directione debita propriæ grauitati, cuius ſolius impetu mouentur, ſicut & reliquæ: eas autem ita dimitterent, niſi facilius ipſis eſſet legem innatæ grauitatis violare, quàm continuitatis vnionem.

Euidentius ipſa cohærentia partium, cauſa eſt cur in ſuggrundijs, cùm non magna vis aquæ ſtillat, ſtirijs minimè directis ſed reflexis, guttæ decidant nimirum non ſufficiente ſingulis guttis pondere ad eas ſtatim auellendas ab ijs quæ ſicut intimiùs ita firmiùs adhærent ipſi iam imbutæ tegulæ. Eadem eſt ratio, cur aqua vel ſimile quid liquidum quando filtratur, aſcendat aliquantulùm ſupra libramenti ſui Horizontem, tantundem ſcilicet, quantùm ei permittit naturale pondus, vt obediat cohærentiæ pariter naturali: nam quando ventum eſt ad eum terminum, in quo vis ponderis reſiſtens aſcenſui fortior eſt ligamine quo pars decidua aliam è vaſe ſecum trahit ad lapſum; fluxus quidem abrumpitur, nullis amplius decidentibus guttulis: ſed ea tamen quæ iam labi cœperat aqua, retinetur in madido panniculo pendula, ne ab ea quæ in vaſe remanet, prorſus abſcedat.

Ex his itaque, ſeruata proportione, facilè intelligitur lucis particulas, quæ in fronte radij ſunt, dum is ex vno in aliud diaphanum penetrat; poſ-

ſe

ſe ita eſſe comparatas, attentis omnibus circunſtantijs; vt quæ libera eſt, non diſcedat à compare irretita; imò nec vllatenus recedat ſaluo tamen ſemper iure, & facultate velocitatem ſibi connaturalem retinendi, vel reſtituendi. Et ita rationem reddidi &c. vt erat propoſitum.

Propoſitio XXXII.

E phyſicis hactenus poſitis principijs rationem reddere, & modum explicare, quo lux è primo in ſecundum diuerſæ denſitatis, aut raritatis diaphanum obliquè ſe ſe insinuans refractionem ſuorum radiorum patitur.

IN primis quia lux, phyſico locali motu ſucceſſiuo peruadit quælibet diaphana ex *prop. 27*; & diuerſa quidem diaphana velocitate minimè æquali percurrit *ex prop. 29 num. 6*: ſi contingat, vt lux ſimul vno ſui radij latere, in primo diaphano; & altero latere, in ſecundo diuerſæ denſitatis diaphano procedat: neceſſe eſt, vt ſimul vno latere velociùs, & alio tardiùs moueatur; dummodo radij latus, cui libera conceditur velocioris motus facultas non auolet, pone ſe deſerens ſocium latus, cuius interim motus eſt tardior. At quoties lux obliquè incidit ex vno in aliud diuerſum diaphanum; toties accidit, vt ſimul moueatur vno ſui radij latere in primo, & altero in ſecundo, vt ſtatim demonſtrabo. Ergo ſimul vno latere velociùs, & altero tardiùs mouetur; dummodo (vt dixi) latus, cui libera conceditur velocioris motus facultas, non auolet pone ſe deſerens &c. at non auolat neque deſerit, cùm ex parte ipſius lucis ſit ratio cur non auolet, ac deſerat &c. *per præcedentem.* igitur &c.

Et quia ex inæqualitate motus hinc tardioris, hinc velocioris conſequitur curuitas in totali radij directione, *per propoſ. 30*, neceſſe eſt vt lucis ex vno in aliud diuerſum diaphanum obliquè lapſæ radius curuetur. Radium autem curuari, refringi eſt, ſeu refractionem pati; *per primam definitionem*; quando ſcilicet ambæ radij vnius totalis partes angulum facientes adinuicem, non in eodem diaphano ſunt; aut ſi ſunt in eodem, angulos inæquales efficiunt ad axem incidentiæ *ex dictis ad eandem definitionem*. Et ita rationem è phyſicis &c. reddidi, ob quam lux refractionem radiorum patitur dum ſe ſe ex vno in aliud diuerſum diaphanum inſinuat.

Supereſt tamen vt oſtendam tandem id, quod paulò antè dicebam, lucem videlicet è primo diaphano in ſecundum obliquè lapſam, in vtroque moueri ſimul ac eodem tempore, non quidem ſecundùm idem ſui, cùm hoc ſit impoſſibile, ſed vna ſui parte; videlicet vno ſui radij latere, in primo; alia autem parte, ſeu alio eiuſdem radij latere in ſecundo: id autem demonſtrando ſimul explicabo modum quo ea refractio fit.

Sumatur, vt *lib. 3 ad 3 poſtul.* ſumpta etiam eſt, linea lucis E F, quæ

propagata à ſibi æquali lucidi linea C D radium directum, *iuxta dicta ad definit.* 1 *lib.* 3, C E F D efficiat ſenſibiliter latum; & ex aere in cryſtalli ſuperficiem, ſeu in rectam A B (quæ ſit eius & ſuperficiei refractionis, ſectio communis) incidat obliquè vtcunque angulo inclinationis S F D, poſito axe incidentiæ S F. Et quia propter obliquitatem incidentiæ neceſſe eſt, vt lineæ E F terminus vnus, vt F, priùs perueniat ad rectam A B, quàm peruenerit alter nempe E; ſi idem F cùm primùm peruenit in A B, viam in ea ad cryſtallum apertam inueniat, neceſſe eſt vt impetus ſui vi ingrediatur; cur enim aliò abiret, vel quare motum omnino ſiſteret? pateat itaque via, vt dictum eſt, *propoſit.* 29, per quendam cryſtalli porum, qui ibidem os K F pandat; & terminus F cryſtallum ingrediatur. Et quia, quo tempore F incipit per cryſtallum moueri, terminus alter E mouetur adhuc in aere (vt pote qui, vt iam dixi, non niſi poſteriùs peruenit in A B) ſequitur lineam lucis vno ſui termino F in cryſtallo, & altero ſui termino E in aere moueri ſimul ac eodem tempore. Et quia hi duo termini, duo radij latera oppoſita (quæ nimirum ſunt in plano ad ſuperficiem refringentem recto, ſeu in ſuperficie refractionis) efficiunt, ſicut tota E F totam eiuſdem radij latitudinem; ſequitur lucem obliquè lapſam ex aere in cryſtallum vno ſui radij latere moueri in aere, & alio in cryſtallo ſimul ac eodem tempore.

Eſt autem eadem ratio, ſi reciprocè ſumatur linea lucis K L efficiens in cryſtallo radium O L K N, & ſuo termino K attingens aeris rectam A B, priùs quàm termino L; ac in quibuſlibet alijs quomodocunque combi-

natis

natis diaphanis; & quocunque inclinationis angulo lux incidat. Atque ità modum simul & causam physicam refractionum lucis assignaui. Superest tamen dicendum & explicandum *sequenti prop.* aliquid pertinens etiam ad modum, videlicet via quam in raro terminus E decurrit versùs K; & in denso terminus F versùs L; vel reciprocè K versùs E, & L versùs F.

Propositio XXXIII.

Quando radius lucis ob difficiliorem in vno diaphano; & faciliorem in alio transitum, curuari cogitur; ita curuatur, vt ambo eius, quæ in superficie refractionis sunt, latera pariter curuentur flexu quodam hinc inde (id est in parte concaua & conuexa) circulari circa vnum centrum.

SPectata constructione diaphani poros habentis, vt *prop.* 29 dictum est, directos; & spectata natura motus cum impetu velocissimi; videri posset lucis incidentis E F, terminum F in secundo diaphano denso sub A B à motus rectitudine non deflectere; quantumuis tardiùs moueatur quàm alius terminus E in raro; vtrunque enim saluari potest, dicendo terminum E in raro describere arcum non sanè circuli, sed cycloidis, sicut cum proportione dictum est *libro 3 ad 3 postul. in materia reflexionum paulò ante finem* de vtroque termino lineæ E F.

Id quidem ita videri posset non considerata natura radij; non autem considerata. Nec valet simile à reflexione ad refractionem; quia in ea propter repercussum, nulla permanendi mora conceditur, & cohærentiam (de qua *prop.* 31) partium in radio, superat impetus: sed in refractione permittitur transitus; & ita permittitur, vt liceat luci transituræ, accommodare se se tum dispositioni motus, tum sibimet. At lux quamuis radios habeat non rigidos, ac planè inflexibiles; eos tamen habet naturæ tenacis, ac lentos propter dictam partium eius inuicem cohærentiam: cernimus autem in huiusmodi lentis, cùm ea incuruamus, vt in virga, arcu &c. curuitates in conuexo latere, & in concauo, similes esse, ac vniformes: & quando in omnibus secundùm longitudinem partibus, æqualis adest hinc resistentia ad incuruationem, hinc cohærentia partium etiam æqualis, & vis incuruatrix æqualiter applicatur; cernimus dictas ambas curuitates, seu flexus, esse circulares, vt in chalibeo diligentissimè elaborato organo quod in horologijs mechanicis gestatorijs, primum est mouendi principium. Et reuera circulares esse eos flexus, atque etiam concentricos probat quòd partes (vt supponitur) & æqualiter omnes resistunt incuruationi & non minus æqualiter omnes sibi inuicem cohærent, & vis incuruans æqualiter vrget omnes. Idipsum autem in lucis radio, eò magis locum

habet,

habet,quò negare non possumus eam esse in se homogeneã tum quoad resistentiam aduersùs incuruationem; tum quoad partium cohærentiam, tum denique quoad impetum, qui solus (propter sibi negatam liberam transitus facultatem) est causa incuruationis. ergo totalis incuruati ob refractionem radij: latera duo opposita C N, D O, quæ in eodem plano refractionis sunt, flexum tum in E K, tum in F L, circularem exhibebunt. Quod verò vnum sit flexus vtriusque centrum, vt M satis probat ipsorum laterum parallelismus. Ergo radius refractione, ita incuruatur, vt ambo &c. vt fuit propositum.

Propositio XXXIV.

Si duæ fiant refractiones duorum radiorum, ab eodem primo diaphano ad idem secundum, non eadem inclinatione incidentium; vt sinus anguli inclinationis ad sinum anguli refracti in vna refractione; ita sinus anguli inclinationis ad sinum anguli refracti in alia.

Sit, vt *prop. 32*, radius C E F D, qui è raro in densum incidat angulo inclinationis quocunque S F D; & angulus illi respondens refractus sit R K N: alius verò quidam radius ipsi C E F D similis, incidere cogitetur ex eodem raro in idem densum, angulo alio inclinationis maiori, vel minori, quàm sit S F D; & refringi angulo etiam aliquo refracto. Dico sinum huius qualiscunque cogitati inclinationis anguli ad sinum anguli refracti eidem respondentis, esse vt sinum anguli S F D ad sinum anguli R K N.

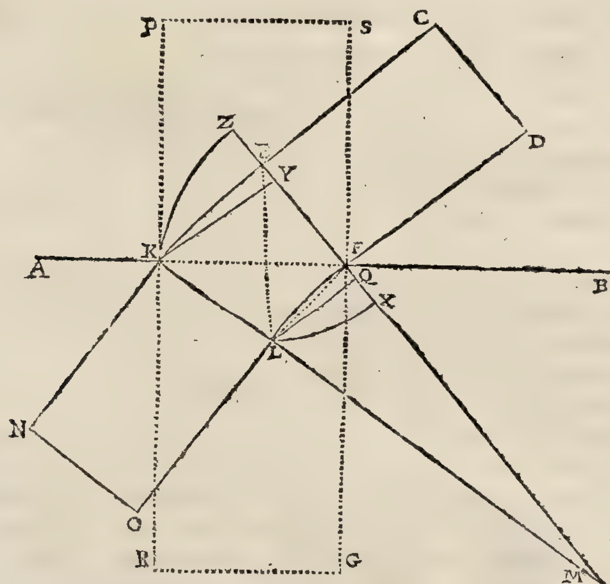
Supposita constructione propositionis 32, priusquam ad rem veniam duo sunt breuiter demonstranda ad faciliorem methodum. Primum est angulum E F K æqualem esse angulo inclinationis S F D: ac etiam angulum L K F æqualem esse angulo refracto R K N. Demonstratur autem sic. Quia K F S, E F D ambo recti, æquales sunt; sublato communi angulo S F E, residui E F K, S F D sunt necessariò æquales. Et similiter, quia R K F, N K L ambo recti, æquales sunt; sublato communi angulo R K L; residui L K F, R K N sunt necessariò æquales. Alterum est connexam E L æqualem esse ipsi K F: & angulum F E L, æqualem esse angulo L K F: ducatur enim recta L F, chorda nimirum arcus L F, centro M descripti inter duas semidiametros E M, K M: erunt ergo anguli K L F, E F L æquales: & quia E F, K L sunt *per constructionem æquales*; in duobus triangulis F K L, E L F habentibus latus vnum K L, vni E F æquale; & alterum commune videlicet rectam L F; & insuper angulum vnum vni æqualem in F & in L; erit etiam basis E L, æqualis basi F K; & angulus E, angulo K æquales *per 4. 1 elem.*

Nunc ita demonstratur propositum. Quia E F est linea lucis in raro;

&

& K L eſt eadem propagata in denſo *ex dictis prop. 32, & 33; per eandem verò 32* tempora motuum in arcubus F L E K, ſunt inuicem æqualia in hac refractione; ita erunt etiam æqualia inuicem alia duo, in alia refractione. Et quia diaphana vtrobique ſunt eadem, erit ob eandem raritatis, ac denſitatis proportionem, ſicut arcus E K ad arcum F L in hac refractione, ita & in alia: & conſequenter ſicut K Y ſinus arcus K E, ad L Q ſinum arcus L F in hac refractione; ita & in alia. At K Y eſt etiam ſinus anguli inclinationis; & L Q eſt etiam ſinus anguli refracti; igitur &c. demonſtratur autem hoc ſupſumptum ſic.

Centro F, interuallo F K deſcribatur arcus K Z, ſecans M E productam in Z; erit ergo K Y ſinus arcus K Z: ſimiliter centro E, interuallo eodem F K deſcribatur per L (iam enim demonſtratum eſt E L, F K æquales eſſe) arcus L X ſecans eandem M E in X; erit ergo L Q ſinus ipſius L X. Et



quia hi arcus *per constructionem* ſunt circulorum æqualium, cùm ſint deſcripti ad æquales ſemidiametros E L, K F; ſequitur ipſos K Y, L Q ſe habere vt ſinus ad ſinum in eodem circulo. Et quia *ex demonſtratis* angulus Y F K (ſeu E F K) æqualis eſt angulo inclinationis S F D; ſequitur K Y eſſe ſinum anguli inclinationis S F D. Et ſimiliter, quia *ex demonſtratis* angulus Q E L (ſeu F E L) eſt æqualis ipſi L K F, & conſequenter etiam angulo refracto R K N, qui *ex demonſtratis* eidem L K F æqualis eſt: ſequitur L Q eſſe ſinum anguli refracti R K N.

Quia verò idem eodem modo poteſt in alia refractione demonſtrari, ſequi-

ſequitur ita eſſe ſinum anguli inclinationis ad ſinum anguli refracti in vna refractione; vt eſt ſinus anguli inclinationis ad ſinum anguli refracti in alia, quando è raro in denſum incidit radius.

Ac demum quia *per prop.* 2 reciprocum eſt lucis incidentis, & refractæ iter per eaſdem incidentiæ, & refractionis lineas ad communem diaphanorum ſuperficiem inclinatas; ſequitur etiam quando radius è denſo in rarum incidit; ita eſſe ſinum anguli inclinationis, ad ſinum anguli refracti in vna refractione; vt eſt ſinus &c. in alia. Ergo vniuerſaliter, ſi duæ fiant refractiones &c. Vt fuit demonſtrandum.

Propoſitio XXXV.

Rationem reddere, ob quam lux è raro in denſum obliquè incidens, refringitur ad perpendicularem, & è contrà à perpendiculari, cùm è denſo in rarum incidit.

QVia linea lucis E F è raro incidens in denſum (*iuxta præcedentem conſtructionem*) qua parte priùs ingreditur denſum, nempe ex parte F, tardiùs mouetur, ex altera verò nempe E velociùs; ex dictis *prop.* 32: breuior eſt linea motus F L, quàm E K; ideoque totalis radij C N O D, latus D O breuius eſt quàm C N: & conſequenter curuitatis flexus interior ſeu concauus, eſt in latere D O; conuexus autem in C N: ac proinde radius ipſe flectitur ad partes, quæ ſunt inter lineam incidentiæ D F productam (vt eſt F I *prop.* 11) & axem refractionis FG, id verò *ex* 10 *definit.* eſt reſtringi ad perpendicularem.

Vice verſa, quia linea lucis L K, ſi è denſo in rarum incidat, qua parte priùs ingreditur rarum, nempe ex parte K, velociùs mouetur; ex altera verò, nempe L tardiùs; longior itineris linea K E eſt in totalis radij latere N C; breuior autem L F, in latere O D: ac proinde illud longius eſt latus, iſtud breuius. Ergo curuitatis flexus concauus in iſto eſt, in illo conuexus. Et conſequenter radius ipſe flectitur ad partes, quæ ab axe refractionis, vt F S, auerſæ ſunt. Id verò, *ex eadem* 10 *definitione* eſt refringi à perpendiculari. Et hæc eſt ex parte lucis ratio propoſiti effectus.

Pro-

Propositio XXXVI.

Rationem reddere, ob quam ex incidentia perpendiculari, nulla fit lucis refractio.

EX ijsdem principijs facillimè redditur ratio rei propositæ; hæc nimirum, quia in incidentia perpendiculari nunquam accidit vt lux in duobus simul diaphanis secundùm eandem sui radij transuersam lineam moueatur: hinc enim fit, vt non possit ex vno latere velocitas motus esse maior, ex altero minor. Si enim à lucido P S in *præcedenti figura*, linea lucis propagata K F directum radium P K F S, producat perpendicularem ad A B; & ita, etiam ipsa perpendiculariter incidat in A B; eodem instanti temporis pariter secundùm omne sui, incipiet è raro in densum progredi sub A B (posito quòd porum latitudine sibi æqualem inueniat, aliàs enim secundùm aliquid sui resiliret reflexè) ac proinde eodem etiam instanti temporis tota pariter velocitatem maiorem, quam in raro habuit, mutabit in minorem in denso; vnde æquatis ex vtroque termino, progressionum momentis, radium directum, ad A B perpendicularem K R G F efficiet in denso sicut P K F S in raro: ac proinde radium vnum; non fractum, idest constantem duobus directis angulum continentibus; sed simpliciter directum in vtroque medio efficiet: id verò est non refringi, vt patet *ex prima definitione*.

Monitum.

CVm dicitur radium perpendiculariter incidentem non pati refractionem, intelligendum est sensibiliter, non autem (saltem semper) geometricè. Nam in physicis (qualia sint nostra diaphana aer, aqua, crystallus, ipsaque etiam lux) neque superficies mathematicas habemus, neque lineas, aut puncta; sed quidquid in eis est, physicum est: vnde accidere potest aquam ita terminari, vel crystallum ita cædi, ac poliri, vt eius meatus, per quos lux se insinuet, nulli sint ad eius superficiem geometricè perpendiculares: sed si illi desint, non deerunt sanè *ex dictis propos. 29. num.* 3, qui sensibiliter perpendiculares sint; quorum videlicet à geometricè perpendicularibus discrimen ne lynceus quidem oculus notare possit: & ita, lucis per eos meantis, non fiet refractio, quæ sit vllo modo sensibilis.

Neque puto eos, qui alias hactenus sequuti sunt de physicis refractionum causis sententias, potuisse tales ijsdem præscribere geometricas leges, vt eas ipsæ in actu practio inuiolabiliter, & ad amussim rigorosè seruauerint: leges quidem præscribere licet; & causas physicas ac subiecta, quæ se

se

ſe illis ad nutum accommodent pariter licet ſupponere, in abſtracto inquam ſupponere, at exhibere in actu, vel operi admouere, non perinde eſt poſſibile.

Demum qui hoc theorema inter poſtulata reponunt, vt & ego initio repoſui;non alio ſenſu intelligunt ſaltem implicitè,licet id non exprimant; aut ſi intelligant ſenſu quodam altiori, vt geometrico illo; ego non immeritò ab eis expoſcam, vt qui effectum phyſicum legibus mathematicis, ac proinde à materia abſtrahentibus, geometricè conformem volunt; cauſas eius phyſicas inueniant à materia abſtractas, & ſubiecta pariter abſtracta: cùm autem id impoſſibile eſſe viderint; fateri ſanè congentur propoſito theoremati (vt & alijs ſimilibus, tum ad lucis negotium, tum ad res alias quaſlibet phyſicas pertinentibus) ſufficere in re phyſicam ſenſibilem cum geometrica lege conuenientiam; geometricam verò ſolùm poſſe exigi in abſtracto.

Propoſitio XXXVII.

Rationem reddere, ob quam ex maiori in eodem raro inclinatione ad idem denſum, vel è contra; maior fiat refractio, & minor ex minori inclinatione.

RAtio præcedentibus omnino ſimilis eſt; quia nimirum, quò maior eſt inclinatio, eò maius eſt temporis interuallum; quod eſt inter inchoatum, & completum ingreſſum tum lineæ lucis E F, è raro in denſum; tum L K è denſo in rarum: ac proinde eo maior etiam eſt itineris EK ad F L, ſiue K E ad L F proportio: hinc autem curuitas maior, vt ex dictis euidens eſt: &c. igitur &c.

Corollarium.

HInc iam eodem modo redditur ratio, ob quam ex eadem in eodem raro inclinatione ad denſius, maior fiat refractio; & minor ad minùs denſum; ac è conuerſo ex eadem in eodem denſo inclinatione ad rarius ſit etiam maior refractio; & ad minùs rarum minor.



Pro-

Propositio XXXVIII.

Rationem ex parte lucis reddere, cur ad quandam inclinationem tale sit lucis iter, refracte è denso per rarum; vt reciprocè non possit esse idem ex eodem raro in idem densum; & cur ad alias inclinationes sit semper via reciproca.

CONstat iam *ex prop. 2* iter esse luci reciprocum per quaslibet duas lineas angulum in puncto refractionis facientes cum superficie refringente, seu cum plano eam contingente: constat etiam *ex coroll. 2 prop. 3* angulum in raro refractum ex quadam in denso inclinatione, rectum esse; ac tunc lucis intrantis, & exeuntis iter non esse reciprocum.

Nunc autem vtriusque rei rationem reddo ex parte lucis, dictus itaque angulus refractus ideo aliquando rectus est quia aliquis est in denso angulus inclinationis, ex quo terminus lucis, vt K in proximo antecedente schemate, prior ingressus rarum; perficit motu suo integrum in raro quadrantem pro flexu K E eo præcisè tempore, quo alius terminus L decurso etiam suo quadrante pro flexu L F in denso, egreditur in rarum; tunc autem necessariò linea lucis E F in raro, est parallela axi refractionis: & consequenter radius in raro deinceps propagatur ad eundem axem perpendicularis, ac per lineam (vt *loco citato* dixi) in raro contiguam denso. At hoc posito euidens est *ex dictis prop. 1* luci per dictam in raro contiguam denso lineam ingredienti à B in D in figura *prop. 3*, exitum esse per eandem vlteriùs productam à D versùs A: & consequenter non per D E, vel per aliquam aliam, quæ sit in denso; atque adeo iter tunc intrantis & exeuntis non esse reciprocum; cùm intrantis per E D fiat refractio in D B; intrantis autem per B D non fiat refractio; at non fit refractio, quia nec fit incidentia.

Quoties verò aliquæ duæ lineæ in duobus diaphanis ita se habent; vt angulum faciant cum superficie refringente, siue ambæ in denso (in quo est linea incidentiæ iuxta *propos. 3 & 6*) siue vna in denso, & altera in raro; si ex vna per aliam fit refractio intrantis, fiet & reciprocè exeuntis: quare siue linea lucis E F in figura *prop. 34*, angulo inclinationis S F D ex aere crystallum ingrediatur; siue è contra linea lucis L K, angulo inclinationis R K N è crystallo in aerem exeat; erunt reciprocè æquales arcus K E & L F ipsis E K, & F L conuerso ordine; cùm sint vtrinque temporum interualla æqualia, & æqualis hinc velocitas, inde tarditas. Eadem autem est ratio in alijs quibuscunque lineis incidentiæ, & refractionis, quæ angulum, vt dixi, faciunt cum superficie refringente.

Propositio XXXIX.

Rationem ex parte lucis reddere, ob quam ipsius lucis è raro in rarum idem, per intermedium densum (cuius ambæ superficies planæ inuicem æquidistant) exeuntis angulus secundò refractus, est æqualis angulo primæ inclinationis.

ID quidem demonstratum est *prop.*4; & causa eius, quæ ex parte lucis est, facilè ex dictis intelligi potest; si hoc vnum, quod dicturus sum addatur, videlicet impetum, quo lux mouetur ipsi esse ab intrinseco iuxta dicta *prop.* 28; vnde licet in secundo diaphano denso priorem, qua in raro mouebatur velocitatem remiserit; potest eandem in tertio diaphano raro, in pristinum restituere; quod non posset, si vis ad motum esset illi ab exintrinseco impressa: sicut enim lapis impetum sibi à proijciente impressum non potest extinctum, aut fractum excitare, vel debilitatum reficere; ita neque lux posset si à vi solùm extrinseca moueretur; poterit autem si ab innata: quemadmodum lapis si ex aere in aquam, & ex aqua iterum in ei subiectum aerem (si subiectus supponatur, aut quid simile) innatæ grauitatis pondere moueretur, motum in aqua retardatum, posset iterum in subiecto aere accelerare.

Simili modo reddetur ratio eorum quæ *prop.* 7, & 8 continentur.

Propositio XL.

Rationem reddere, ob quam radius quicunque incidens ex vno in aliud non solùm diuersæ, verùm etiam omnino similis densitatis diaphanum; partim ingrediatur secundum; partim in primum reflectatur; atque eatenus in omni refractione minuatur ac debilitetur.

OStendi *propos.* 5 radium non totum, qui è primo diaphano incidit progredi in secundùm; sed siue è raro in densum; siue è contrà incidat; semper aliquam eius fieri reflexionem. Ex dictis autem ratio huius rei est: quia duo diaphana sibimet contigua si sint diuersa, quemadmodum non æqualem habent densitatem, ita nec pororum latitudinem, & fortasse neque figuram; etiamsi aliunde supponantur parem habere eorundem perimetrum: hinc autem fit poros quoslibet vnius, non ita ex æquo respondere quibuslibet poris alterius, vt omnino liber sit ab vno in aliud transitus è quolibet poro primi diaphani per aliquem ei respondentem in

secundo

ſecundo diaphano. Nam à parte vna ſolida ori vnius ſubiecti pori ſaltem partim ſuperpoſita, os ipſum partim obſtruitur. Sicut ſi cribra duo diuerſorum, vel non pariter frequentium, vel non eodem modo ordinatorum, licet aliàs æqualium; vel ſi incernicula duo alterum ſetaceum, alterum bombycinum, ſiue etiam ambo ſetacea ſibimet applicarentur; non tam facilis per duo ſimul, quàm per vnum, tranſitus pateret frumento, aut farinæ: ea nimirum de cauſa, quòd in primo meatus aliqui vel omnino vel in parte occludantur à ſecundo ipſi ſuppoſito. Ita ſeruata proportione contingit luci per diaphana ſparſæ, cùm ex vno in aliud incidit; vt ſcilicet in ſecundo ſemper aliquid offendat ſolidi, à quo & repercutiatur; etiamſi vtrique diaphano eadem ſit & compages, & denſitas: vt cùm duæ planæ cryſtalli ex eadem pariter maſſa exciſæ, & æqualiter politæ, ſibi ſunt contiguæ: licet enim ex vna in aliam non fiat refractio; ſed id lucis quod per vtranque tranſit, rectà pertranſeat; non tamen id totum, quod ex vna in aliam incidit eandem pertranſit: ſed aliquid in primam reflectitur; imò multo ampliùs & viuidiùs, quàm ſi loco ſecundæ cryſtalli eſſet aer (vt facile erit cuiuis experiri) ampliùs inquam & viuidiùs; nimirum ob prædictam rationem: cùm enim ſecunda cryſtallus minùs crebros habeat poros, vel minores quàm aer; magis quàm ille tranſitum luci præcludit: ipſa verò lux ſecundùm eam ſui partem, qua tranſitum ſibi negatum offendit; reſilit ſtatim ob innatum impetum, quo & fit vt ſiſti non poſſit.

Propoſitio XLI.

Rationem ex parte lucis reddere ob quam radius angulo quodam incidens è denſo in rarum non igrediatur idem rarum; ſed in denſo ex quo incidit refringatur,

CONſtat *ex propoſ.* 3 & 6, id ita eſſe; cùm ibi oſtenſum ſit radium ED è cryſtallo non refringi in aere, ſed in eadem cryſtallo vt per DT. Ratio autem cur ita res habeat; facilè redditur ex dictis *prop.* 32, & 35 de velocitate maiori, qua mouetur in raro terminus lineæ lucis K prior è cryſtallo exiliens: cùm enim eò priùs exeat K quàm L, quò maior eſt obliquitas incidentiæ; contingit vt pro ratione denſitatis ac raritatis diaphanorũ, & pro ratione obliquitatis incidentiæ, terminus K motu illo ſuo velociori circa centrum M (ſiue aliud ipſi ſimile) precurrerit arcum quadrante maiorem antè quàm L exeat è cryſtallo; quo caſu linea lucis è poro in porum commeat intra eandem cryſtallum, & commeans aerem quidem allambit; ſed non vlteriùs progreditur. Et quidem id ita fieri conuincit tum experientia, tum ratio quam dicta *prop.* 3 attuli: ſic autem fieri ob hanc, quam modò dixi rationē; alia probat experientia; nempe quia ſi loco aeris eſſet aqua aere denſior, ſed rarior cryſtallo, prædictus idem radius E

D, *in figura propos. 3 vel 6*, è cryſtallo incidens in aquam, ingrederetur; quandoquidem lucis terminus K, *in figura propoſ. 32*, prior egreſſus è cryſtallo, & in aqua circulum ſuum agens, non ſatis haberet otij ad dictum arcum quadrante maiorem precurrendum, antè quàm L è cryſtallo egrederetur; tardiùs enim in aqua moueretur, quàm in aere ob rationem dictam *propoſ. 29 num. 6*. Ergo à contrario ratio cur aerem non ingrediatur, ſed regrediatur in cryſtallum eſt, quia is terminus ſatis habuit otij, &c.

Propoſitio XLII.

Rationem reddere ob quam non fit refractio viuidè niſi vtriuſque diaphani ſuperficies ſit polita; ſicut & cur languidè fiat reflexio ab impolito ſpeculo.

Commune id eſt reflexæ, ac refractæ luci, vt neutra viuida ſit, niſi ſuperficies ſeu reflectens, ſeu refringens polita ſit; & pariter vtriuſque ratio phyſica eſt hæc. Quia in ſuperficie rudi atque impolita (loquor hìc de ſuperficie prout ea phyſicè eſt in diaphano, ſeu ſpeculo, terminus partium eius; id eſt partes eius illuc vſque, & non vlteriùs extenſæ.) Primò id quod plenum eſt ſeu ſolidum, ſcabrum eſt & facieculas habet plurimas huc illuc in incertum inclinatas (ſicut in fracti pumicis fruſto videre eſt) quæ conſequenter lucem incidentem huc illuc vagè & ſparſim reflectunt; ideoque licet ab impolito (quantumlibet inquam impolito) corpore reflexio lucis fiat; lux tamen ita reflexa, propter diſſipatos ſeu vagè emiſſos radios, minùs viuida eſt.

Secundò in impolita ſuperficie, ipſa quoque porulorum oſcula, ſeu oſculorum labella circumcirca inæqualiter deraſa ſunt, ac dilatata in modũ ſpecus grandioris; proptereaque ad quodlibet huiuſmodi os ita latum, ac profundum ſimul & ſcabrum; ob eam ipſam amplitudinem, eſt iam non os pori ſed ſuperficies; & quidem irregulariter ac variè ſecundùm varias partes inclinata, in qua plurimi alij pori ſua oſcula pandunt; atque inter ea partes ſunt ſolidæ, & ipſæ pariter ſcabræ.

Inde autem fit vt lux incidens in huiuſmodi os pori latius in ſuperficie impolita patens, partim reflectatur quia partes ſolidas in eo offendit (imò quia ſcabras offendit, vagè etiam, vt dicebam reflectatur) partim oſcula minora in illo ampliori patentia ſubingrediatur; ſed quia illa in varias ſine ordine partes obuertuntur; ſicut ſuperficiecula in qua ſunt, ad varias ſine lege partes inclinata eſt; inde fit, vt in eadem tumultuariò lux ingrediatur, & quà patent, ac tranſitum præbent; vagè ac ſparſim progrediatur, adeoque non viuida refringatur.

Si igitur ex aere in cryſtallum impolitam lux incidat; languida erit refractio, ob defectum polituræ in cryſtallo: ſi verò ex eadem cryſtallo impolita,

polita, lux incidat in aerem; erit nihilominus languida refractio ob defectum politurae in aere. Aer enim cùm propter maximam suam fluxibilitatem, ac tenuitatem aliena faciliùs, quàm sua figura terminetur, terminatus ab impolitae crystalli superficie defectus eius in se omnes recipit, & fit etiam idem hoc ipso impolitus. Et quia ex dictis *prop. tum 5, tum* 40, aer crystallo subiectus reflectit; si rudem habeat superficiem, imperfectè id est confusè reflectet: & eadem ratione, quam refractionem faciet impolitus, imperfectam & confusam faciet. Atque ita patet ratio cur minimè viuida sit lux refracta; nisi vtriusque diaphani superficies, in qua refringitur, sit polita; itemque cur languida sit reflexa à speculo rudi, ac impolito: vt fuit propositum.

Propositio XLIII.

Rationem reddere ob quam regulatè fit refractio, cùm diaphani superficies refringens certa lege polita est.

IMpolitae superficiei vitia emendat polita; eòque fœliciùs emendat, quò perfectiùs, & lege meliori polita est: nam primò id omne quod in ea solidum est, ac plenum, aequaliter ita laeuigatum est, vt nihil emineat, nihil subsidat, etiam minutissimum; quando, inquam, perfectè polita est. Secundò (quod ex primo sequitur) id etiam quod in ea vacuum est, videlicet quodlibet os pori in ea patens, sic exquisitè & aequabiliter vndique exectum est; vt latuscula eius labellaque maneant prorsus inoffensa; & porus (qui sit veluti tubulus quadrangulus rectangulus, ad extimam politae crystalli, verbi gratia, superficiem planam rectus) os pandat figurae perfecti quadrati; inclinatus parallelogrammi rectanguli, aut rhombi, aut rhomboidis, prout inclinata sectio, diuersimodè in angulos, aut latera incurrit. Vnde si polita superficies habeat praeterea regularem aliquam, & vniformem figuram; erunt hoc ipso porulorum ostiola vno quodam modo aequabiliter, & aperta & exposita luci irruenti: hoc autem dato; & aliàs iisdem porulis omnibus intra diaphanum recto ordine vt *proposit.* 29 *num.* 3 dictum est quaquauersum digestis; omnino ordinatè lux & ingredietur, & progredietur, cùm etiam ipsa suis in progressionibus certissimam ex parte sui semper seruet legem; vt videlicet *ex prop.* 30 secundùm lineas rectas; & radijs directis moueatur: natura verò vtpote suis semper astricta necessitatibus, si adsint omnia legitimè disposita, pariter legitimè opus suum perficiat.

Propositio XLIV.

Rationem reddere, ob quam amoto lucido vel interposito opaco, statim lux intercedat & euanescat.

LVcem quidem à lucido pendere, vulgus existimat non solùm in fieri sed etiam in conseruari; eamque interire defectu conseruantis quando interponitur aliquid opacum; eò quod influxus lucidi nec possit per opacum penetrare, nec circa eius latera per lineas curuas dirigi. Sed non satis video, qua ratione id consequenter dicatur ab ijs, qui communissimè putant nullum esse luci contrarium positiuum.

Si enim à contrario extrinseco nullum metuitur periculum; non erit necessaria lucidi continua operatio, velut defensaculum, & benignus quidam influxus, aduersùs contrarij vim malignam: neque etiam necessaria erit tanquam fomentum, quasi ab intrinseco periculum impenderet luci: ea enim sicut & aliud quoduis ens præsertim simplex, nullam in se continens contrariorum elementorum luctam, ita intrinsecè comparata est, vt certissimè non sponte sua ruitura sit in interitum: aliunde verò subiectum in quo pulchra adeo & eximia forma semel suscepta est, non eam repudiabit amore alterius pulchrioris, aut nobilioris; præterquamquòd subiectum, quà subiectum est, non est actiuum; sed solùm passiuum cum omnimoda ex parte sui indifferentia ad quamlibet formam. Ergo ad lucis iam à lucido genitæ perennitatem tuta omnia sunt & ab extrinseco, & ab intrinseco malo, absque ipsius lucidi perenni efficienter conseruatiuo influxu: ad quid ergo luci huiusmodi influxus? qui alijs physicis effectibus necessarius non est, nisi ad summum is, qui solùm indirectè vocari potest conseruatiuus; qui nimirum in sola expugnatione contrarij perpetuò impugnantis consistit. Hac itaque tum ex modò, tum ex aliàs dictis reiecta effectus nunc propositi causa tanquam parum philosophica; istam ex principijs hactenus positis substituo multò conuenientiorem.

Quia *per prop.* 26 lux effluuio exit; idem de illa, multa cum ratione, dici debet quod cernimus in alijs effluuio pariter exeuntibus è suis principijs seruata nihilominus proportione & celeritatis fluxus, & tenuitatis subiecti fluentis. Quemadmodum igitur in quibuslibet ludicris arte quadam subsilientis vel extrusæ aquæ iactibus (quales Tusculi & Tibure mirabiles cernere est, quas *Girandolas* vocitant) verso tantùm epistomio, tota moles erecta aquæ ruit, nec succedit alia: imò si benè aduertis ideo ruit; quia nulla succedit, quæ à tergo vrgeat. Ita luci accidit, vt ex oculis penitus auferatur, quando ob interpositionem opaci nulla præterlabenti succedit.

Sed vt aptior sit similitudo; cogitemus aquam labi per tubulum in decliui positum A E, qui in A fontem excipiat, & in B habeat epistomium; aperto epistomio fluet aqua ex A per B in C atque ita deinceps in D &c. pe-

renni

renni fluxu: clauſo autem epiſtomio; etſi fluat ab A in B, tamen vltra B non profluet: quæ verò iam exiuerat (priuſquam repagulum poneretur) à B in C fluet, (ſuppono enim rem ita eſſe diſpoſitam, vt nullum ſit periculum

A B C D E

vacui, quò liber ſit fluxus) ac ſucceſſiuè à C in D, & hinc in E &c. nulla alia ſubſequente: neque vllus hoc miratur, quia cernit motum; nec dicit aquam in tubuli parte BE deficere ob impeditum epiſtomio influxum fontis quaſi efficienter conſeruantis aquam in BE priùs productam; ſed verò tanquam ſuppeditantis continuè nouam ac nouam aquam.

Non diſſimili ſanè modo; ſi ponatur lucidum in A intelligetur fluere lucem per radium AE; & poſito aliquo opaco in B refluere, ſeu reflecti id lucis quod deinceps perueniet ab A in B; nec vllatenus poſſe profluere vltra B versùs C. Id verò lucis, quod tempore interpoſitionis opaci, præteriuerat B; proſequi ſuum fluxum à B in C, & à C in D &c. quamuis nos eius motum oculo non poſſimus notare ob eius celeritatem, ſicut nec plumbeæ glandis ſcolpo emiſſæ.

Præterea aquam prædicto iam tabulo egreſſam, & vt ſæpe contingit ipſo lapſu aut ſubſultu ſparſam in guttulas, vel etiam effuſam terra ſorberi cernimus, nec miramur, vel inquirimus quò tandem abierit: de luce autem à me aliquando quæſitum eſt quo abierit, in quid verſa, an prorſus annihilata fuerit quæ priùs erat, vbi poſtmodum ſunt tenebræ. Et in promptu eſt reſponſio; lucem quæ non tantùm nobis vtilis eſt ad beneficium viſionis; ſed omnibus etiam in tota natura corporibus conceditur ad fomentum caloris, in eorum poris tandem poſt varias reflexiones, & refractiones intercipi, ac ſiſti, figique ſicut in poris ferri ſiſtuntur & figuntur ſpiritus ignei; licet initio nondum cerni à nobis poſſint ſed ſolùm quando magna eſt eorum in ferro copia, cùm ſcilicet iam ferrum aliquo modo incanduit: ita lux (quam *prop.* 28 dixi naturæ eſſe igneæ, poris corporum quorumcunque inhæreſcens, viſu non percipitur niſi & ſit magna copia in ijs poris, & ab ijſdem copia etiam quadam ſenſibili emicans ad oculos perueniat.

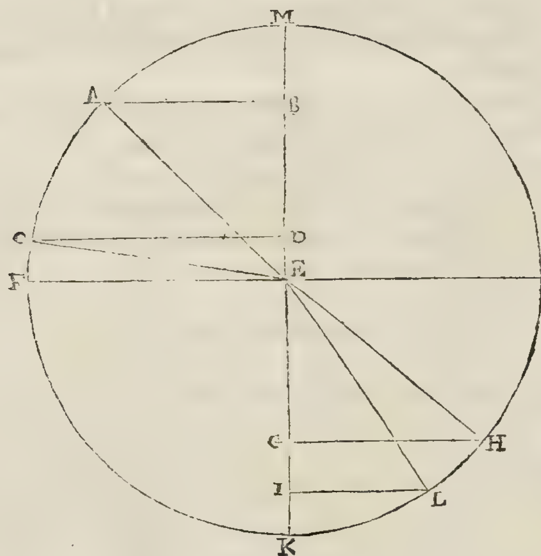
Atque hanc puto germanam eſſe cauſam; cur lucem ad Solis (ac etiā lucernæ) radios conceptam retineat aliquo tempore Litheoſphorus, ac in obſcuro cubiculo ſpectabilem præbeat, ob ſpecialem quæ in eo eſt diſpoſiſitionem; ſpecialem, inquam, non ad lucem ſimpliciter vel magna copia retinendam; cùm ita quoque eam retineant alia corpora, quæ ob id ipſum etiam incaleſcunt; ſed ad eam ita retinendam, vt ſinat etiam eandem exilire ſenſibilibus radijs, quibus ad oculum perlatis cerni poſſit; non autem teneat irretitam atque incluſam craſſa quadam, & cœca, ac latebroſa ſubſtantiæ ſuæ textura, ex qua non poſſit lux niſi furtim ac per inſenſibiles radios exilire. Dixi aliquo tempore; quia cùm lux natura ſua ſit mobilis quemadmodū ignis paulatim ſe ſe ex illis vinculus expedit, auolatq; ſicut è ferro ſpiritus ignei, & ita ab oculis ob nimiam tenuitatem euaneſcit.

Pro-

Propositio XLV.

Dato quocunque angulo refracto, cum angulo inclinationis cui ille respondet; cæteros refractos cæteris inclinationibus respondentes, in quauis proposita diaphanorum differentia inuenire ac in tabulam redigere.

IN exemplo res erit facillima *ex prop.* 34. Dato angulo KEH refracto graduũ 50, simul cum inclinationis angulo MEC grad. 80, cui ille respondet: quæritur angulus refractus respondens alteri angulo inclinationis proposito MEA grad. 45: fiat vt GH sinus anguli KEH, ad DC sinũ anguli M



EC; ita ad BA sinum anguli MEA sinus refracti quæsiti; & prodibit IL sinus grad. 33 min. 22; debitque angulum refractum KEL respondentem angulo inclinationis MEA: & ita de alijs: hæc enim est, vt *dicta* 34 *prop.* demonstratum est, proportio refractionum ad inclinationes. Atque hac arte confecta est sequens tabella posito angulo refracto 50, ex inclinationis angulo 80, iuxta experientiam Vitellionis; quam in hoc angulo minùs fallacem reputat Kepl. paralip. in eundem, eò quòd sit in refractione grandiori.

Pro-

Tabula refractionum ex aere in aquam ad singulos inclinationum gradus secundùm proportionem quam habet sinus anguli refracti dati 50 ad sinum anguli inclinationis dati 80 supputata.

Anguli.			G.	G.	M.	G.	G.	M.	G.	G.	M.
in aere	in Aqua.		22	16	57	46	34	2	70	46	58
			23	17	42	47	34	41	71	47	21
G.	G.	M.	24	18	27	48	35	19	72	47	43
1	0	46 $\frac{2}{3}$	25	19	12	49	35	57	73	48	3
2	1	33	26	19	56	50	36	35	74	48	23
3	2	20	27	20	40	51	37	12	75	48	43
4	3	7	28	21	25	52	37	47	76	49	1
5	3	54	29	22	10	53	38	24	77	49	17
6	4	40	30	22	54	54	39	0	78	49	33
7	5	27	31	23	38	55	39	35	79	49	47
8	6	13	32	24	21	56	40	9	80	50	0
9	7	0	33	25	4	57	40	43	81	50	12
10	7	46	34	25	47	58	41	17	82	50	23
11	8	32	35	26	30	59	41	49	83	50	32
12	9	18	36	27	13	60	42	21	84	50	41
13	10	4	37	27	55	61	42	52	85	50	48
14	10	50	38	28	37	62	43	23	86	50	54
15	11	36	39	29	19	63	43	53	87	50	58
16	12	22	40	30	0	64	44	21	88	51	1
17	13	9	41	30	41	65	44	50	89	51	3
18	13	55	42	31	22	66	45	17	90	0	0
19	14	40	43	32	2	67	45	44			
20	15	25	44	32	42	68	46	10			
21	16	11	45	33	22	69	46	34			

Propoſitio XLVI.

Inſtrumentum refractorium conſtruere.

Licet *ex propoſit. præcedenti* conſtet dato vno quolibet refracto angulo, cum eidem reſpondente angulo inclinationis; poſſe via calculi cæteros refractos cæteris inclinationibus reſpondentes cognoſci; neceſſe tamen eſt inſtrumentum aliquod eius generis habere; quo, vnus ille in-

qua-

quauis diaphanorum differentia angulus refractus &c. certò inueniatur: imò operæ pretium est non modò vnum indagare angulum; sed etiam omnes saltem ad singulas per gradus quadrantis distinctas inclinationes: vt ita experimento comprobetur eiusdem propositionis veritas.

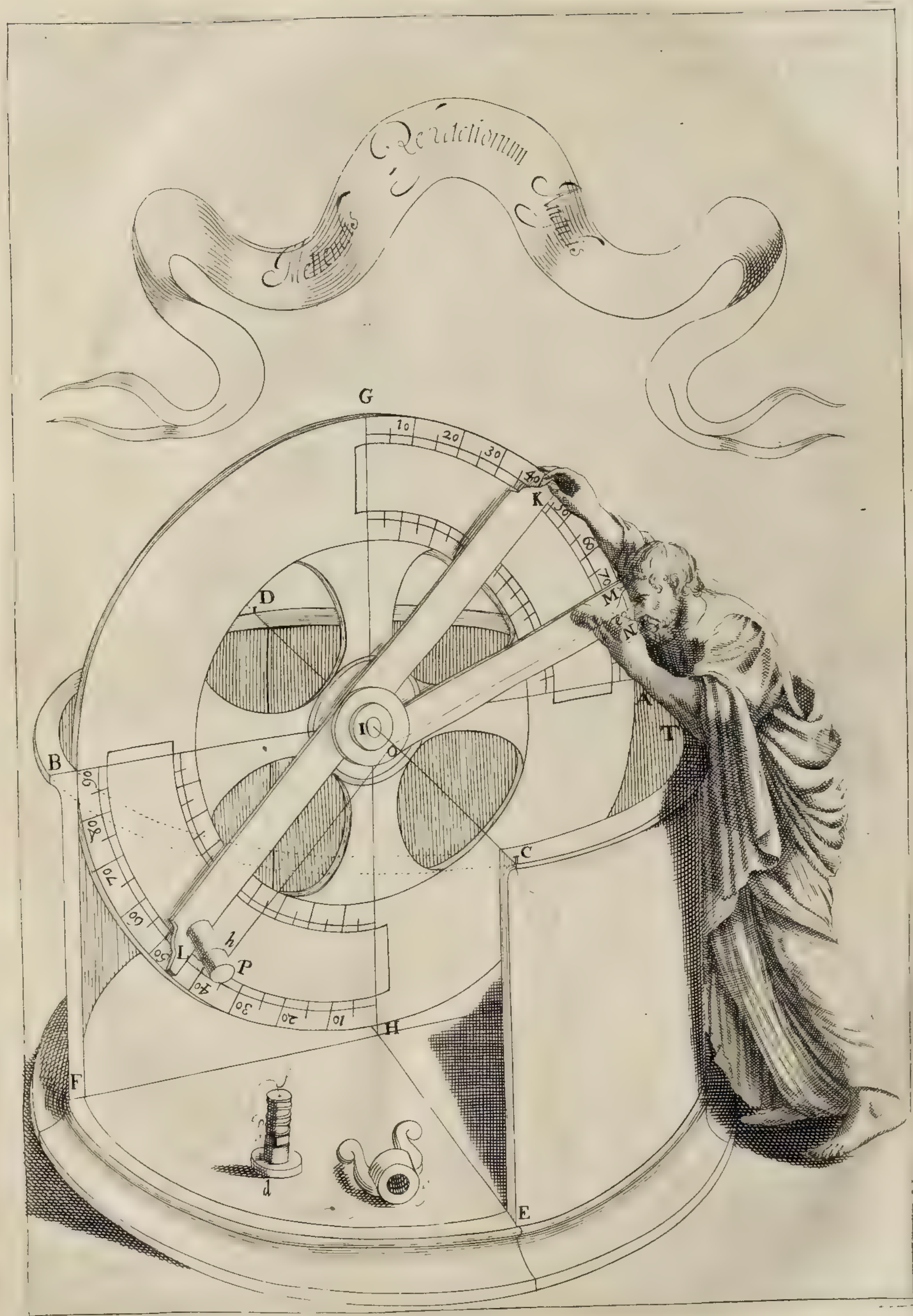
Et quidem instrumenti refractorij constructio apud Alhaz. *lib. 7 propos. 10, & sequentibus*; itemque apud Vitell. *lib. 10 à propos. 5*; licet optimæ theoriæ innitatur; vsus tamen habet cum nonnullo prolixioris laboris tædio coniunctos; & (vt ingenuè dicam quod sentio) errori non parum obnoxios; nisi Experimentator (vt ipsorum ego quoque vocabulo vtar) accuratissimus maximas adhibeat cautiones. Sed sanè periculum hoc singulari quadam diligentia superet; attamen prolixitatem laboris ac tædiũ non effugiet; si, vt illi autores iubent, Solis conuenientem faciendæ operationi eleuationem expectet, & identidem ad singulas tum eleuationes, tum operationes totam instrumenti machinam moueat; atque vt par est in Solem directè obuertat. Quid autem si Sol ipso expectatæ eleuationis momento, nube tectus non micet? aut si splendeat quidem sed instrumentum nondum sit aptè dispositum?

Posset aliquis vice radij Solis vti lumine lucernæ certo artificio attollendæ deprimendæque prout opus foret ad singulas incidentiarum differentias, sed non paruum erroris periculum cerno in flammæ vix vnquam non tremulæ radio pariter tremulo, ac propterea Refractometri (vt sic loquar) diligentiam sua inconstantia facilè deludente. Sed liceat suo cuique modo & arte, vt magis placuerit, operari: mihi certè visum est tuto me compendio posse pro lucernæ ac solaribus radijs, visiuos supponere; præsertim cùm hi ipsi radij sint lucis, eiusque quoad refractiones, sicut & quoad reflexiones, passiones pariter subeant, vt omnes agnoscunt Perspectiui.

Ne verò quis prima fonte putet legitimæ refractionum mensuræ radio visiuo indagandæ obesse posse refractionem ipsam radij visiui quæ in ipso oculo, vt mihi aliàs eruditus aliquis obijciebat; cogitet idem pari iure obijci posse de radio solari qui refractionem in suprema aeris conuexa superficie patitur: sed dicam commodiùs *sequenti propositione* quomodo nullatenus obsit radij visiui ad varios oculi humores refractio. Venio itaque ad instrumenti refractorij constructionem.

Fiat instar Astrolabij nautici, vel aliter orichalceus insignis magnitudinis ac perfectè planus orbis G B H A cuius quadrantes oppositi duo G A, H B, (vel certè solus G A) diuidantur vt solet in gradus 90 atque etiam in graduum minuta *per ea quæ dicta sunt prop. 16 2 huius*: numeri autem graduum scribantur ordine ducto ab G puncto verticali versùs A; atque ex opposito ab H versùs B: idem autem orbis ad centrum, directo foramine quadrato traijciatur, sumpta ipsius foraminis mensura ex clauo paulò pòst describendo.

Fiant etiam mediocri tum latitudine, tum crassitie, forma autem quali hic exprimuntur, orichalceæ regulæ duæ M I, K L; hæc quidem æqualis dia-



G
10
20
30
40
K
M
N
A
T
D
B
C
I
O
L
h
P
H
F
E
d

diametro, illa autem ſemidiametro dicti circuli G B H A: & ambæ ita aptentur, vt ad illius planitiem pariter coæquentur, ac circa eius centrum ſic voluantur verſis in inuicem fiducialibus lateribus, vt cùm opus fuerit, poſſit vna alteri copulari, eo modo qua gemina crura circini partium, ſibimet, clauſo ipſo circino, copulantur. Ambæ regulæ quà in circulum explicantur ad ipſum centrum terebrandæ pariter ſunt directo, eodemque perfectè orbiculari foramine, cuius diameter ſit ad menſuram deſcribendi ſtatim clauuli.

Fiat itaque clauulus orichalceus qui trans capitellum, & ſcapum per *d f* terebra tenuiſſima proferetur, eius verò ſic terebrati, ac mox torno aptati & circa puncta *d* & *f* verſati capitellum æqualiter deradatur, & ſecundùm interiorem ſaltem ſuperficiem explanetur; totus autem ſcapus *a c* primò in cylindrum tornetur, ac deinde in tres partes diſtribuatur *a, b, c*: quarum *a* quæ vmboni ſeu capitello proxima eſt ſecundùm latitudinem, ſeu diametrum impleat ad iuſtam menſuram orbicularia ambarum regularum foramina; ſecundùm longitudinem verò exæquet earundem ſimul coniunctarum craſſitiem: mediæ particulæ *b* (limula per quatuor latera æqualiter erodente conquadratæ) longitudo ſumatur æqualis craſſitiei circuli G B H A vel etiam paulò minor; latitudo verò ipſius dabit latitudinem quadrati foraminis, vt ſuprà, faciendi in centro eiuſdem circuli; tertia pars *c* vulgari priùs torno ſic attenuata vt eius diameter ſaltem æqualis ſit lateri quadratæ particulæ *b*; ſecetur mox in ſpiram torno cocleam efficiente; ipſi autem ſic ſectæ par cochlidium *g* aptetur.

Regularum K L & M I rectiſſimæ ſint lineæ fiduciales, ac per centrum ſeu per axem tornati (vt dictum eſt) claui ad amuſſim incedant. Quod quidem hoc modo explorare licebit, ipſas regulas & circulum G B H A prædictus clauus aptè traiectus copulet, & contortum à tergo cochlidium conuenienti preſſu contineat; ac tum regulæ K L fiducialis linea applicetur ſeorſim vtrique diametro G H, & A B applicatione iterata & in partes contrarias facta, vt ſcilicet caput L reſpondeat nunc puncto H nunc puncto G; itemque nunc puncto A nunc puncto B: & ſi quidem vtroque poſitu cum vtraque ſeorſim diametro G H, & A B optimè congruat fiducialis K L, ipſa per centrum circuli ac per axem claui incedit. Simile fiat ſeruata proportione experimentum quoad regulam M I. Eſt autem neceſſe ad certitudinem ſequentium operationum id ita debitè comprobari, ne forte error aliquis per incuriam, ab incauto artifice regulas atque circulum perforante, aut mediam claui partem *b* minùs aptè elimante commiſſus fuerit.

Opto autem (quod in ſchematè ſculptor non ſatis ad meam mentem expreſſit; ſed vide idem in ſimili accuratiùs expreſſum *propoſ.* 47 *libro* 2) vt pars claui cylindrica *a*, quadratam *b*, diametro paulò minore ſuperet; vt ſcilicet ipſius cylindricæ baſis extans vndequaque vltra latera quadratæ, innitatur ſuperficiei planæ circuli G B H A, cùm in ipſius quadratum fora-

men inſeretur pars quadrata *b* ; ſic enim contortum validè cochlidium continebit clauum ipſum immotum, & ſemper ad planum circuli perpendicularem ; reguliſque interim circumducendis premittetur motus ſatis liber; nec eas claui capitellum nimis premet : neceſſe tamen eſt vt eas aliquantulùm premat vt ad quem gradum diſpoſitæ fuerint, in eodem ad placitum immotæ perſtent.

Parentur, & regulis ad oppoſitas partes aptentur duo cylindri etiam orichalcei longitudine ac diametro pares M N, L P : ita inquam aptentur, vt regularum planis, atque adeo ipſius circuli G B H A plano perpendiculariter inſiſtant, & eorundem ita inſiſtentium baſes, ſeu baſium circumferentias pariter tangant lineæ fiduciales M I, L K : vtrunque præterea cylindrum lineola *e* & *h* (æqualibus M *e*, & L *h* ſeruatis interuallis) circumdet ſulco ſubtiliſſimo ad tornum exerata ac deinde atramento typographico oppleta, pro ſigno ad lineam viſus certiùs dirigendam, vt ea nimirum ſemper æquidiſtet plano circuli G B H A : hi enim cylindri ſic aptati, & ſic notati propriè erunt in hoc inſtrumento refractorio (quod in Aſtrolabio minùs propriè dicitur) dioptræ tanquam ad rem dioptricam pertinentes & lineam viſiuam refractam ad indicandum refractionis angulum dirigentes. Atque ita perfectum erit, vt optabatur inſtrumentum refractorium.

Propoſitio XLVII.

Inſtrumenti refractorij iam inſtructi vſum dioptricum explicare.

PAretur vas magnum veluti dolium T F : quod quidem in ſchemate diſſecui ad latera C E, B F, ne ſi integrum exprimerem, occultaret, quod diſtinctiùs exprimi neceſſe erat videlicet quadrantem B H & dioptram L P cum parte regulæ cui affigitur : in eo itaque vaſe collocetur inſtrumentum *præcedenti propoſ.* conſtructum : ita autem collocetur vt arte quadam cum eo firmiter connectatur ; & diameter eius A B, (quam vocemus Horizontalem) labrum vaſis nō ſuperet; verticalis autem diameter G H ad Horizontē ſit perpendicularis. Mox per I videlicet per centrum inſtrumenti ; ſeu per axem perforati, vt ſuprà, claui, tranſmiſſum filum tenuiſſimum ſericum non cera vel alio quouis pingi oblitum, diſtendatur vt C I D (ſufficiet autem C I) & è fixis in C ac D clauulis religetur ita vt cum ſuperficie plana circuli G B H A ſit ad angulos rectos quod *per 2 2 huius* comprobabitur. Optarem vas ipſum T F in fundo ac lateribus intus exquiſitè dealbatum, vt ita obſeruans clariùs notaret viſu concurſum dioptricum lineolarum *e* & *h* necnon ipſarum dioptrarum cum media linea C I. Diſponatur tali modo & ſitu vas cum inſtrumento, vt obſeruans terga vertat

tat Soli, si fortè in aprico obseruet; aliàs enim officere possent radij ab aqua reflexè in oculos coniecti. Studiosè autem caueatur ne vento vllatenus exposita sit machina; is enim superficiem aquæ mox infundendæ non fineret esse imperturbatam.

His debitè peractis aqua purissima & limpidissima vas impleatur vsque in I C filum; licet enim globosa sit aquæ superficies, tamen propter magnitudinem ingentis sphæræ cuius ipsa sectio est, nempe habentis centrum commune cum terra cæterisque grauibus, sensibiliter à plana non differt, adeoque filo I C congruet, quamuis mathematicè quidem loquendo illud tangeret solummodo. Cùm demum aqua placidè conquieuerit neque vento commota, neque vlla concussione; & cum filo I C imbibita, optimè coæquata fuerit, ducat regulam M I sinistra manu Obseruator ad quem voluerit gradum vel minutum quadrantis G A pro quantitate anguli incidentiæ cui respondētem angulum refractionis quærit, vt ad grad. 70; eadem autem regula inibi firmiter retenta, alteram videlicet K L dextera attollat versùs G, aut versùs M reducat, donec latere superiori fiduciali cylindri M N in superficiem vnam *e* M I O planam & parallogrammam opticè conueniente cum stamine I C, seu parte eius I O; conueniat ipsum stamen (seu pars eius IO) dioptricè in aliam similiter planam & parallelogrammam O I L *h* superficiem cum latere inferiori fiduciali cylindri L P, & linea visus in dictis planis ex *e* lineola, per aliquod staminis I C punctum vt O, ducatur in lineolam *h*, semper æquidistans plano circuli G B H A, vt suprà dicebatur: tunc enim firmata regula K L; erit H I L angulus refractus graduum 45 min. 30 respondens angulo inclinationis G I M grad. 70: angulus autem refractionis erit M I K grad. 24 min. 30; & huius quidem notitiam dabit arcus M K in gradibus & minutis; sicut anguli refracti notitiam dabit arcus G K æqualis ipsi H L; quamuis ob nescio quem schematis errorem arcus G K appareat minor quàm graduum 45; sed hic error alijque similes, si qui sint, in schemate isto, vel in alijs, non obest fidei instrumenti debitè, vt præcipitur, constructo vel eiusdē legitimo vsui.

Multo verò minùs obest (quod suprà dicere cœperam) refractio lineæ visiuæ facta intra oculum; nam ea linea non prout in oculo est assumitur ad experimentum istius aqueæ refractionis; sed prout ex vna in alteram dioptram dirigentem tenditur; vt est linea *e* O *h*: certum autem est vnicam esse eius refractionem in O; & alioqui *e* O rectam esse, similiterque O *h* *per 1 postul. huius*.

Simili prorsus modo cognosci potest quantitas refractionis ex aere in quodlibet liquidum diaphanum diuersæ ab aquea densitatis: si nimirum eo diaphano quemadmodum aqua, vas T F impleatur. Ex aere verò in crystallum, (vel simile diaphanum durum) refractio cognosci poterit: si crystallus duas habens superficies planas inuicem parallelas, tali modo sub filo I C disponatur, vt ad ipsas eius planas superficies angulos rectos consti-

tuat diameter G I H. Sed tunc loco cylindri L P necessaria erit dioptra plana (qualis communiter habetur in Astrolabijs) quæ insuper artificio quodam aptetur regulæ K L ita vt pro data crystalli crassitie possit ambulatoria ab L in I aut è contrà adduci, reducique ; necnon ad lineam fiduciæ I L inclinari sicut opus fuerit, vt eius superior plana superficies, inferiori pariter planæ superficiei crystalli iungi possit immediatè ; hac enim arte refractio, quæ intra crystalli profunditatem fit, cognoscetur : aliàs verò si dicta dioptra à crystallo sit vtcunque remota, minimè cognosci poterit : quia linea visiua exiens è crystallo in subiectum aerem, refringitur à perpendiculari ; hæc verò 2 refractio adimit notitiam prioris, quæ intra crystallum est ad perpendicularem, cùm sit ab aere in crystallum aere densiorem : cuius quidem cautionis, hac in parte necessariò insinuandæ, an meminerint Alhaz. *lib.* 7 *prop.* 11 & 12. Vitell. *lib.* 10 *prop.* 6 & 7 videant alij ; ego certè non satis perspectum habeo : sicut nec plura alia probè capio, quæ ibidem illi dicunt. Solùm moneo refractiones ex aere ad vitrum conuexum, aut concauum non differre à refractionibus ex aere ad vitrum planum cæteris paribus, præsertim paribus inclinationum angulis.

Quòd si quis optauerit metiri refractionem ex vtraque iam dicta mixtam (aut aliam similem) seu potius angulum quo radius propter oppositas illas refractiones inclinatur ad axem vltimæ refractionis : deberet is crystallum superponere stamini I C, vt nempe vltimæ refractionis punctum centro I (vel alteri æquiualenti in stamine IC) responderet: aliàs enim arcus circuli ex eo centro ducti non possent indicare quantitatem anguli quem non subtenderent.

Propositio XLVIII.

Angulos ex aere ad aquam iuxta obseruationes Vitellionis refractos in ampliorem tabulam redigere, vsumque constructæ tabulæ explicare.

QVando figuras, quæ ad praxim vel theoriam Gnomonices dioptricæ pertinent, delineaui ; ac delineatas sculptori tradidi, nondum inueneram refractionum proportionem quam demonstraui *propos.* 34 ; neque tunc satis credebam autoribus eandem demonstrantibus, vtpote demonstrantibus solùm ex hypothesi, quam ego non recipiebam, & de facto ostendi superiùs non esse recipiendam : aliàs verò in prædictis figuris vsus essem tabula quam dedi *propos.* 45 : sed quia de facto ea non vsus sum, & figuras iam incisas non putaui propterea esse reijciendas, explico hìc tabulam, quam adhibui ; ne qua Lectori fiat eo ex capite difficultas.

Itaque ad opus hoc meum Gnomonicum tabulam integram adhibui

Vitell.

Vitell. ſed extenſam, nimirum pro angulis inclinationum ad ſingulos quadrantis gradus conditam ex ijs obſeruationibus, quas ille habet ad denos ſolùm gradus; conditam, inquam facta diſtributione à denis illis gradibus ad intermedios cum quadam proportione: atque ex illa ſic compoſita quadrantem refractum inferiùs poſitum ego ſtruxi, & Sphæræ Dioptricæ circulos diſpoſui &c.

Tabula refractionum ex aere in aquam ad ſingulos inclinationum gradus ex omnibus à Vitellione factis experimentis per quandam inter ea ſeruatam proportionem ſupputata.

Anguli. in aere G.	in Aqua G.	M.	G.	G.	M.	G.	G.	M.	G.	G.	M.
0	0	0	21	16	13	45	32	3	69	45	1
1	0	41	22	16	56	46	32	39	70	45	30
2	1	36	23	17	39	47	33	15	71	45	58
3	2	24	24	18	21	48	33	50	72	46	26
4	3	12	25	19	3	49	34	25	73	46	54
5	4	0	26	19	45	50	35	0	74	47	21
6	4	47	27	20	27	51	35	34	75	47	48
7	5	34	28	21	8	52	36	8	76	48	15
8	6	21	29	21	49	53	36	42	77	48	42
9	7	8	30	22	30	54	37	15	78	49	8
10	7	55	31	23	10	55	37	48	79	49	34
11	8	42	32	23	50	56	38	21	80	50	0
12	9	29	33	24	20	57	38	54	81	50	25
13	10	15	34	25	9	58	39	26	82	50	50
14	11	1	35	25	48	59	39	58	83	51	15
15	11	47	36	26	27	60	40	30	84	51	39
16	12	32	37	27	6	61	41	1	85	52	3
17	13	17	38	27	44	62	41	32	86	52	27
18	14	2	39	28	22	63	42	3	87	52	51
19	24	46	40	29	0	64	42	33	88	53	14
20	15	30	41	29	37	65	43	3	89	53	37
			42	30	14	66	43	33	90	0	0
			43	30	51	67	44	3			
			44	31	27	68	44	32			

TAbulæ huius vſum in exemplo ſic explico. Proponitur mihi angulus 70 grad. inclinationis in aere, cui reſpondens refractus in aqua deſideratur; & angulus etiam refractionis: quæro in ordine numerorum ſiniſtro (cui inſcriptum eſt in aere, id eſt angulus in aere) numerum 70; & è regione, in ordine numerorum dextro (cui inſcriptum eſt In aqua, id eſt angulus in aqua) inuenio grad. 45 min. 30. Ex hoc autem intelligo 1, angulũ in aqua refractum qui reſpondet angulo grad. 70 inclinationis in aere, eſſe graduum 45 min. 30. Deinde ſi eundem numerum grad. 45 min. 30, ſubducam à 70; reſiduum habeo numerum grad. 24 min. 30 pro angulo refractionis. Aliud pono exemplum: deſiderantur anguli in aqua tum refractus, tum refractionis reſpondentes angulo inclinationis in aere grad. 51; quæro in ordine graduũ ſiniſtro 51 & è regione inuenio in ordine dextro grad. 35 min. 34 pro angulo refracto; iiſdem verò ſubtractis à 51, ſuperſunt pro angulo refractionis gradus 16 min. 26: & ita de reliquis.

Theoria refractionis radij ſolaris pro Sphæræ Dioptricæ tum constructione, tum Gnomonica in planam horarij ſuperficiem proiectione.

PRÆFATIO.

VT ſequentes propoſitiones faciliùs intelligantur; concipiatur, vt ſuprà, in definitionibus *vas quoddam aqua plenum perfectè hemiſphæricum, vt B E C,* (*vide* ſequent. prop.) *cuius centrum A, axis E A; ſummi autem labij B H C M, tanquam circuli in Sphæra maximi diameter B A C: & ſupra B H C M, producto axe E A, vſque in D, intelligatur hæmiſphærium Sphæræ Naturalis ac Veræ cum ſuis circulis in aere: vt ſint duo diuerſa diaphana alterum pro hemiſphærio vero, alterum pro Dioptrico apparente, aer videlicet & aqua. Quæ autem de quibuſlibet Sphæræ Dioptricæ circulis in hac diaphanorum diuerſitate dicentur, velim dicta intelligi in qualibet alia, ſeruata proportione: vnde propoſitiones vniuerſaliter ſumendæ ſunt, & ſolùm ad formandum faciliùs conceptum, in facta iam hypotheſi explicandæ.*

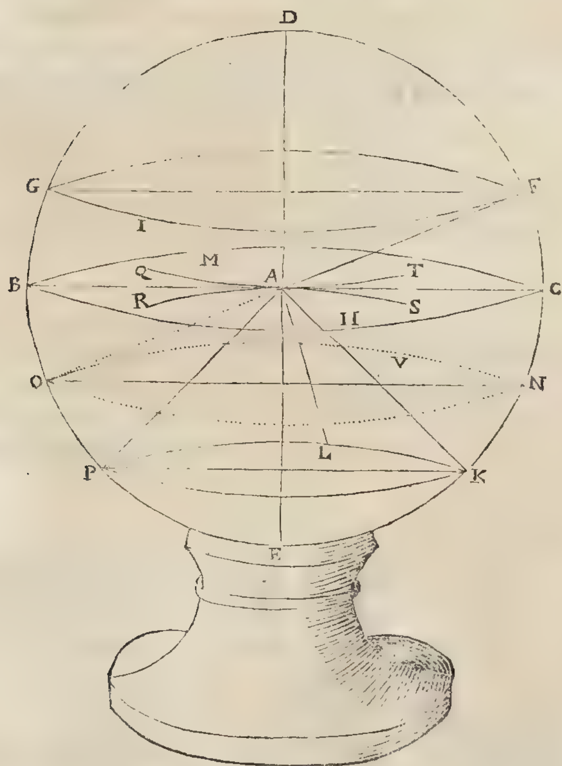
Itaque propoſitis, & in hemiſphærio vero ſigilatim diſpoſitis ordine naturali circulis, aut veriùs ſemicirculis, dicam quis cuique locus, & figuræ modus in hemiſphærio apparente dioptrico debeatur iuxta naturam & quantitatem refractionis. Complectar autem id totum paucis id eſt 5 propoſitionibus; reuocans nimirum circulos omnes ad totidem differentias: nam primò circulos omnes maximos conferam cum axe incidentiæ ſeu refractionis (perinde enim eſt, cum ambo in vnam rectam lineam conueniant) prout ſcilicet ad ipſum recti ſunt, vel inclinati, vel per eundem incedunt; ac deinde circulos minores ſpectabo, vel vt ſunt perpendiculares ad axem incidentiæ; vel prout ad ſuperficiem refringentem inclinantur, aut ad eandem recti ſunt.

Pro-

Propoſitio XLIX.

Radius è quouis puncto ſuperficiei Sphæræ per verticem Gnomonis dioptrici ita emiſſus, vt ad axem incidentiæ rectus ſit; propagatur irrefractus in punctum diametraliter oppoſitum ei ex quo emittitur.

SIt iuxta factã *in prefatione* hypotheſim, axis incidentiæ A D; & in ſuperficie Sphæræ punctum aliquod B, ex quo radius ad A D perpẽdicularis emittatur per A verticem Gnomonis dioptrici; ſiue quod idem eſt per cen-



trum Sphæræ, cùm in eo ſit vertex Gnomonis *per poſtul. 6.* Dico huiuſmodi radium, nullam in A refractionem pati, ſed irrefractum propagari in punctum diametraliter oppoſitum ipſi B. Primò enim ſuperficies vtrique diaphano in contactu communis, & per A incedens, qualiſcunque ea

ſit

ſit, id eſt, ſiue plana vt B A C, ſiue conuexa vt R A S, ſiue concaua vt Q A T; ſemper angulum rectum facit cum A D, in A; & conſequenter radius ad A D rectus non facit in A angulum cum ſuperficie B A C plana, neque etiã cum plano contingente in A ipſam R A S, ſiue Q A T; ſiquidem cum hoc ſiue cum illa (quod idem eſt) congruit neceſſariò radius ex B in A emiſſus. Hoc autem poſito, *per 1 prop. eiuſque corollaria* impoſſibile eſt, vt radij B A refractio fiat in A. Deinde verò quia inter A, & C, non eſt vlla noua medij diuerſitas; perget radius B A versùs C irrefractus per lineam rectam, quæ cùm per Sphæræ centrum A incedat, eſt diameter; quare &c. Et quia eſt eadem ratio de alijs quibuſcunque radijs ad axem incidentiæ pariter rectis; ſequitur &c.

Propoſitio L.

Circulus maximus ad axem refractionis rectus, locum naturalem & figuram circularem retinet in Sphæra Dioptrica.

SIt circulus B H E M maximus ad A E D, vt ſuprà, axem refractionis rectus. Dico eum in Sphæra dioptrica, & circulum eſſe, & locum naturalem non amittere; ſed inuariatum remanere in B H C M: quia enim, *per præcedentem*, à quibuſcunque eius punctis, radij mittatur per A verticem Gnomonis, perueniunt irrefracti in puncta diametraliter oppoſita, ſequitur eos in eadem ſemper eſſe plana ſuperficie cuius cum Sphæra communis ſectio circulum B H C M efficit; adeoque ipſe circulus B H C M & circularem retinebit figuram, & locum naturalem minimè amittet, & ita de alijs. Igitur circulus maximus ad axem refractionis rectus &c. quod fuit demonſtrandum.

Corollarium.

IStiuſmodi circuli inuertuntur, & puncta diametraliter oppoſita inuicem commutantur, ſicut etiam dicebatur in Catoptricis *prop. 1 lib. 3.*

Propoſitio LI.

Circuli minores ad axem refractionis recti, naturalem in Sphæra dioptrica locum amittunt, ſed circularem figuram retinent.

SIt in hemiſphærio aereo iuxta factam ſuprà hypotheſim, circa diametrum G F circulus minor G I F, ad axem incidentiæ A D rectus; & alter ipſi æqualis ac parallelus O V N circa diametrum O N in hæmiſphærio aqueo;

aqueo; & ſit vterque, vt res faciliùs intelligatur Almucantarath 15: equidem in Sphæra dioptrica, naturalis locus Almucantarath 15, vtpote ſimilis & æqualis ipſi GIF, eſſet in OVN; ſed ipſum ab eo loco remouet refractio, transfertque in alium, pro quantitate anguli refractionis: ſit enim ſuperficies refractionis DBEC, circulum GIF ſecans in F, & ex F radius incidat FA; hic propter maiorem ſecundi diaphani denſitatem frangetur ad perpendicularem AE; eritque linea refractionis, verbi gratia, AP, ſecans ſuperficiei refractionis circulum maximum DBEC, in P: igitur circuli GIF punctum F, per lineam refractam AP, fluet in P; non autem fluet in O, per productam incidentiæ lineam AO, ac proinde ipſum punctum O è loco, vt dictum eſt, naturali transfertur in dioptricè apparentem ab eo diuerſum videlicet in P. Cùm itaque idem eadem ratione, dici pariter debeat de quibuſcunque alijs punctis circuli OVN; ſequitur ipſum prorſus à loco naturali remoueri: quod fuit primò propoſitum. Et quia angulo inclinationis DAF, quo incidit ex F radius FA; æquales ſemper erunt cæteri anguli inclinationis (ex quibuſcunque ſcilicet alijs circuli GIF punctis radij incidant) pari modo anguli refracti erunt ſemper æquales angulo EAP: & conſequenter radij refracti, ſimul omnes vt AP, AK, AL, &c. perfectum circa axem AE conum efficient, cuius & Sphæræ dioptricæ communis ſectio erit circulus PKL, qui vice ipſius OVN, erit in eadem Sphæra, 15 Almucantarath. Et ita de alijs. Igitur circuli minores ad axem incidentiæ recti &c. quod fuit demonſtrandum.

Propoſitio LII.

Circuli maximi per axem incidentiæ incedentes, neque circularem figuram, neque locum naturalem amittunt refractione.

REpetatur ſuperiùs facta hypotheſis ſimul cum figura, & per axem incidentiæ AD incedat circulus maximus DBEC. Dico ipſum ſiue ipſius ſemicirculum BEC in Sphæra dioptrica locum naturalem minimè amittere, nec conſequenter figuram circularem; ſed remanere in BEC, Incidat enim ex quocunque ſemicirculi BDC puncto F radius FA, eiuſque refractus ſit AP. Et quia dictus circulus DBEC incedit per AD axem incidentiæ, qui *per definit. 5 huius* rectus eſt ad ſuperficiem refringentem, puta BHCM; erit idem circulus ad hanc ipſam ſuperficiem rectus *per 16 11 elem.* & quia inſuper in ſuperficie circuli DBEC, eſt radius incidens FA *per conſtructionem*; ſequitur ipſam DBEC eſſe ſuperficiem refractionis; quæ *per 6 definit.* radium incidentem continens, ad ſuperficiem refringentem recta eſt, *per 2 poſtul.* non enim poteſt eſſe niſi vna quæ ſimul contineat radium obliquè incidentem, & ſit ad ſuperficiem refringentem recta:

&

& quia insuper in superficie refractionis est radius refractus *per eandem definitionem*; refractus A P erit in superficie plana semicirculi BEC. Cùm autem idem dici debeat de omnibus alijs similiter refractis, sequitur ipsum B E C, locum naturalem retinere; simulque figuram circularem: & ita de alijs similibus. Igitur circuli maximi per axem &c. quod fuit demonstrandum &c.

Monitum.

LIcet semicirculus B E C (idem de alijs similibus) locum naturalem non amittat, secundùm totum, quòd scilicet nullum eius punctum extra totalem ipsius locum transferatur; tamen singula puncta ex vna illius loci totalis parte in aliam transferuntur: vt punctum O, quod in loco naturali ex diametro respondet puncto F, transfertur dioptricè in P.

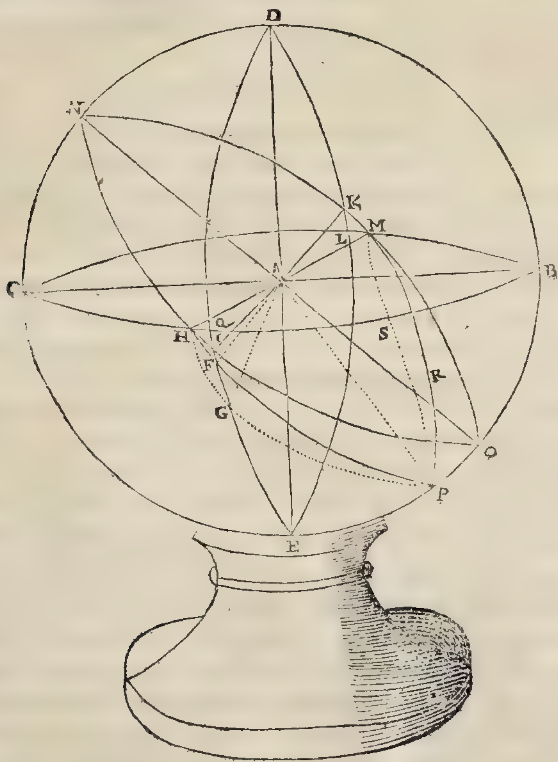
Propositio LIII.

Circulus maximus Sphære dioptricæ ad superficiem refringentem inclinatus neque locum naturalem, neque circularem figuram in loco apparenti retinet.

REpetatur hypothesis generalis, vt suprà; sitque circa diametrum N O, circulus quidam maximus N M O H (quem ad faciliorem explicandi methodum vocemus circulum horæ 6 à merid. & à media nocte seu Polarem) ad B H C M refringentem superficiem (quæ sit Horizontis) inclinatus & communem cum ea sectionem efficiens rectam M H, quæ per Gnomonis dioptrici verticem A, seu Sphæræ centrum, incedat. Dico primò semicirculum M O H in Sphæra dioptrica, non seruare locum naturalem: si enim seruaret; remaneret in M O H, vt est euidens: at prohibet refractio. Incedat enim per axem tum incidentiæ tum refractionis D E, superficies refractionis D B C E, qui sit circulus maximus (Meridianus) prædictum Polarem ad angulos rectos secans in N & O (vtroque videlicet mundi polo) & radius N A incidat, angulo inclinationis D A N graduum 48, vbi est eleuatio poli supra Horizontem grad. 42, vt C N. Et quia *per tabulam refractionum prop. 48*, angulo inclinationis graduum 48 respondet refractus grad. solummodo 33 min. 50; non erit E A O angulus refractus, cùm hic sit æqualis ad verticem ipsi D A N; erit ergo alius ipso minor, vt E A P; cuius basis sit arcus E P grad. 33 min. 50, vt dictum est: eritque A P radius refractus ex incidente N A. Hinc autem euidens est semicirculi Polaris punctum O, ex ipso loco naturali O, transferti dioptricè in P: ergo idem circulus quoad hoc punctum, non retinet locum naturalem. Est autem eadem ratio de cæteris punctis (exceptis *per 49 huius* M & H) vnde

vnde locus eius apparens erit in M P H. Igitur circulus maximus ad ſuperficiem, &c. non retinet in Sphæra dioptrica locum naturalem. Quod fuit primò propoſitum.

Dico ſecundò ſemicirculum MOH, dum è loco naturali in apparentem M P H migrat, amittere ſimul figuram circularem : &, vt ordine quodam procedam ; primò oſtendo eum non retinere circularem circuli maximi figuram dicturus mox, an eam commutet in duas circulares circulorum minorum. Si itaque figuram circuli maximi retinere poteſt ; habeat in M R P F H ſemicirculo per P & M H, vt ſuprà, incedente ; & ſit P F H quadrans refractus ipſius O I H; idem ſeruata proportione de quadrante P R M,



Et quia inter duo data puncta, in ſuperficie Sphæræ, non diametraliter oppoſita, vt ſunt P & H, impoſſibile eſt circuli maximi arcum duci niſi vnum, qui eſt breuiſſima omnium linearum inter eadem puncta in eadem ſuperficie ſphærica deſignabilis; ſi quadrans circuli horæ ſextæ refractus ex P in H ductus, circularem habet figuram, vt ponitur in P F H ; ita ſe habere debet in hac Sphæra dioptrica ſicut ſe habet eiuſdem circuli

qua-

quadrans in Sphæra Naturali, vbi is cum polo ſupra Horizontem eleuatur angulo eleuationis æquali ipſi P A B, id eſt gradibus 56 min. 10, ſiue quod idem eſt, vbi à Zenith vt D, ſeu à Nadir vt E, diſtat gradibus Meridiani circuli 33 min. 50, vt eſt arcus E P complementum ipſius P B.

Verbi gratia, quia in dicta iam poli eleuatione, Polaris circulus diſtat à Zenith in decimo Verticali gradibus 75 min. 10, deberet conſequenter eiuſdem quadrans refractus P F H (ad poli eleuationem graduum 42, quã ſuppoſuimus) totidem gradibus, & minutis remoueri à puncto E (Zenith Sphæræ huius dioptricę) in circulo Verticali decimo ab H versùs B in quadrante Horizontis H Q B numerato: id eſt poſito iſtiuſmodi Verticali (qui ſimul ſit ſuperficies refractionis) D Q E L, ſecante Horizontem in punctis Q & L; ipſum Polarem in loco naturali circulum N M O H in K & I punctis diametraliter oppoſitis; quadrantem verò P F H in F; deberet arcus E F eſſe graduum 75 min. 10.

Attamen id non probè quadrat cum debita refractionum proportione; neque verum eſt circuli Polaris quadrantem refractum, à nobis propoſitum, remoueri poſſe à dioptrico Zenith E toto Verticalis decimi arcu E F grad. 75 min. 10: ſi enim Sol in K, ſupra Horizontem, ſecundùm arcum L K, eleuetur gradibus 8 min. 45 (vt de facto iuxta ſequentem tabellam in 10 Verticali eleuatur hora 6 à merid. vel à med. media nocte, vbi poli eleuatio eſt grad. 42) & conſequenter radius K A incidat angulo inclinationis D A K graduum 81 min. 15 (complemento ipſius 8 min. 45) angulus refractus *per prædictam tabulam refractionum*, non eſt grad. 75 minuto 10, vt E A F, ſed ſolùm grad. 50 min. 31.

Ac proinde circuli Polaris punctum I, dioptricè non transferetur in F; ſed transferetur aliò inter F & E, puta in G; vt ſit E G arcus grad. 50 min. 31; & angulus refractus E A G: & ita quadrans propoſitus refractus, in dicto Verticali diſtabit à puncto E non toto arcu E F, ſed alio minori E G; cuius ab illo differentia G F, ſit gradus 24 min. 39. Idem verò ſeruata proportione oſtendi poteſt in reliquis Verticalibus inter D Q E, & Meridianum D B E contentis ſaltem denis, vt in ſequenti tabella ad hoc ipſum Aſtrolabij beneficio, conſtructa cernitur; in qua primus numerorum ordo ad læuam eſt Verticalium: ſecundus eſt arcuum quibus à Zenith diſtat circulus horæ ſextæ in illis Verticalibus, ad poli eleuationem grad. 42: tertius eſt angulorum refractorum, *ex tabula propoſ.* 48, reſpondentium prædictis arcubus: quartus eſt arcuum, quibus à Zenith remouetur circulus idem horæ ſextæ in ijſdem Verticalibus, vbi eleuatio poli eſt grad. 56 min. 10: in vltimo ordine ad dextram continentur differentiæ inter iſtos vltimo loco dictos Verticalium arcus, & dictos priùs in tertio ordine arcus angulorum refractorum; ex quibus ſimul ſumptis maximè patet quadrantem P G H refractum ductumque ſecundùm numeros tertij ordinis, non poſſe coincidere cum eo quadrante qui circulariter à puncto P in H per F ducitur ſecundùm numeros quarti ordinis; ac proinde ipſum P G H non

Circuli Polaris in annotatis Verticalibus distantia à Zenith.

G.	G.	M.	G.	M.	G.	M.	G.	M.
90	48	0	33	50	33	50	0	0
80	48	30	34	6	34	10	0	4
70	49	55	34	55	35	15	0	20
60	52	0	36	8	37	30	1	22
50	55	20	37	58	41	10	3	12
40	60	5	40	34	46	20	5	46
30	65	50	43	28	53	45	10	17
20	73	0	46	54	63	0	16	6
10	81	15	50	31	75	10	24	39

esse figuræ circularis, vt intendebatur; quod idem pari ratione dicendum est de respondente quadrante P S M, ac de alijs quibuscunque similibus.

Possem verò id ipsum geometricè per tringula sphærica demonstrare; sed ista nunc sufficiant; cùm ea quæ allata est ratio sit etiam suo modo geometrica, & in triangulis sphæricis fundetur; licet aliàs ab experientia duci videatur: probat autem quadrantem refractum P G H non esse circularem, saltem circuli maximi; an autem dici possit esse circularem, sed circuli minoris; videbimus *in sequenti scholio*.

Corollarium.

Circulus maximus Sphæræ dioptricæ ad superficiem refringentem inclinatus, non est in plano. Si enim plana esset superficies, quæ per M S P G H incedit, ipse M S P G H, contra iam dicta, esset circularis figuræ: nam *per 13 triang. Ioan. de Monte de Regio* si sphæra plano secetur; communis sectio erit circumferentia circuli: esset autem M S P G H sectio Sphæræ dioptricæ & plani illius (si verè planum esset) in quo sunt radij refracti A G, A P & similes, imò ipse M A in H productus absque refractione *per 49 huius*.

Scholium.

Est itaque superficies dicto M S P G H comprehensa non plana, sed recurua ad modum ipsius M S P G H, flexu nimirum consequente inæqualitatem vniformiter difformem, quæ est inter angulos refractos, & angulos inclinationum; ita vt ad medium fastigiata sit, veluti recta pinna A P, deinde ex vtraque parte in modum conicæ inflectitur, habens latera

quidem recta, vt A P, A G, A H; & quasi verticem A; basim autem P G H; & ita de altera parte quæ est M P A.

Equidem si ea superficies, quam dixi in modum conicæ inflexam, esset perfectè conica ex cono recto; cùm prædicta eius latera, sint æqualia (vtpote semidiametri eiusdem Sphæræ? sequeretur sine dubio circumferentiam refractam P G H, (ita de P S M) esse circularem; sed circuli minoris habentis nimirum centrum non in A sed in axe illius coni recti. Nihilominus facta accuratissima circumferentiæ P G H, aut similis, descriptione in Sphæræ concauo, apparet prope G curuatura ita dissimilis ei quæ est inter P & G, ac alteri inter H & G, & insuper istæ duæ inuicem comparatæ, ita sunt diuersæ; vt hinc euidens sit totam P G H non posse esse circularem etiam circuli minoris; adde quod subtensa tenuissima linea recta inter P & H in Sphæræ, vt dixi, concauo; & visu per eam directo, manifestè cernitur circumferentiam P G H, non ei respondere ex æquo; & consequenter non esse in superficie vna plana; vnde & sequitur eam non posse esse partem circuli minoris, qui sicut & maximus, in plano sit *per definit.* 15 1 *elem.*

Propositio LIV.

Circulus minor, æquidistans circulo maximo incedenti per axem incidentiæ, locum naturalem simulque figuram circularem in Sphæra dioptrica amittit.

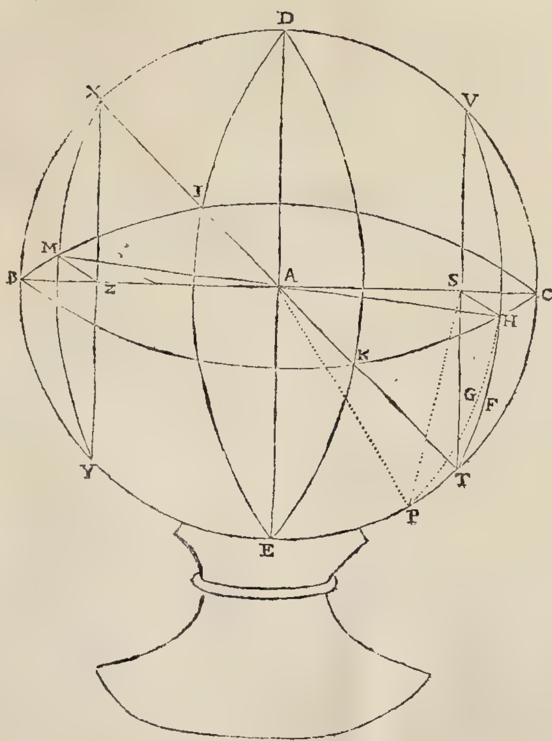
SVperficiei refringenti B H C M ad angulos rectos sit circa diametrum D E (quæ sit simul axis incidentiæ, & refractionis) circulus quiuis maximus D I E K: huic verò circa diametrum V T, circulus aliquis minor æquidistet; cuius tamen solus in figura semicirculus exprimitur V H T, centrum habens in S communis videlicet puncto diametri V T & axis BC; superficiem autem refringentem secans in S H. Dico quadrantem H F T, dioptricè transferri aliò; ita vt naturalem hunc locum amittat, & alium ab eo distinctum apparentem accipiat: quod sic demonstratur.

Intelligatur circa diametrum X Y circulus alius minor; illi, qui circa diametrum V T, æquidistans & æqualis: sufficiet verò exprimere solum eius semicirculum X M Y, ipsi V H T oppositum, qui centrum habeat in Z, & superficiem refringentem B H C M secet in Z M. Sit etiam superficies refractionis D B E C, vtrunque prædictum circulum minorem secans: alterum quidem in V & T, alterum verò in X & Y, punctis diametraliter oppositis. Incidat autem à puncto X radius X A angulo inclinationis D A X graduum 45: huic *per tabulam refractionum prop.* 48 respondet angulus refractus graduum 32 min. 3, qui sit E A P: erit igitur A P radius ex incidente X A, refractus, & consequenter A T (radius videlicet secundùm diametrum X T productus) migrat dioptricè in A P; ergo & T, punctum

qua-

quadrantis H F T, migrat in P; vno autem translato puncto totus quadrans cum suis etiam semidiametris transfertur (excepta sola semidiametro S H) vt semidiameter S T migrat in S P, & circumferentia H F T, in H G P: amittit ergo dictus circulus locũ naturalem quod fuit primò propositum.

Dico insuper circumferentiam H G P, in loco apparenti, non esse circularem. Quod quidem facilè probat ratio *quæ secundam præcedentis propositionis partem probauit in scholio* ducta videlicet ab inæqualitate vniformiter difformi, quæ reperitur inter angulos incidentiæ & refractionis, ob quam fit; vt P G H, multùm descendendo ab H versùs G, parum recedat à quadrantis in vero loco circumferentia H F: deinde verò ab G versùs P in minori descensus interuallo, magis à circumferentia F T recedat, & ex hac



inæqualitate fit in circumferentia P G H flexus talis, & curuatura in concauo Sphæræ, vt propterea eadem P G H non sit in vno plano transeunte per P S, H S, rectas ita vt si iungeretur altera recta inter eas media, vt concipi potest S G; hæc non esset in vno plano cum S H, & S P; sed in quadam aliqua superficie concaua habente aliquid similitudinis cum conica, cuius

vertex esset in S, basis autem circumferentia in P G H; sicut in simili dixi *in scholio præcedenti.*

Possem sicut *præcedenti prop.* tabulas afferre arcuum, quos ex superficiebus refractionum, seu earum circulis, abscindit circumferentia P G H, & quibus quælibet ipsius puncta sectionum remouentur ab E Zenith dioptrico, vt ex ijs facto calculo per doctrinam triangulorum sphæricorum consтaret P G H non esse circularē: sed eas tabulas nunc breuitatis causa omitto.

Propositio L V.

Circulus minor parallelus circuli maximi ad superficiem refringentem inclinati locum naturalem, & simul figuram circularem in Sphæra dioptrica amittit.

SIt circa diametrum V T, circulus minor quicunque, cuius hìc solùm expressus est semicirculus V H F T (vocetur Tropicus Capricorni, parallelus Æquatoris circa diametrum N O ad superficiem refringentem B H C M inclinati. Ipse autem V H F T eandem B H C M secet in recta S H. Dico arcum Capricorni H F T in Sphæra dioptrica non remanere in H F T loco naturali; sed refractè ex illo deijci, & locum apparentem ab eo diuersum accipere.

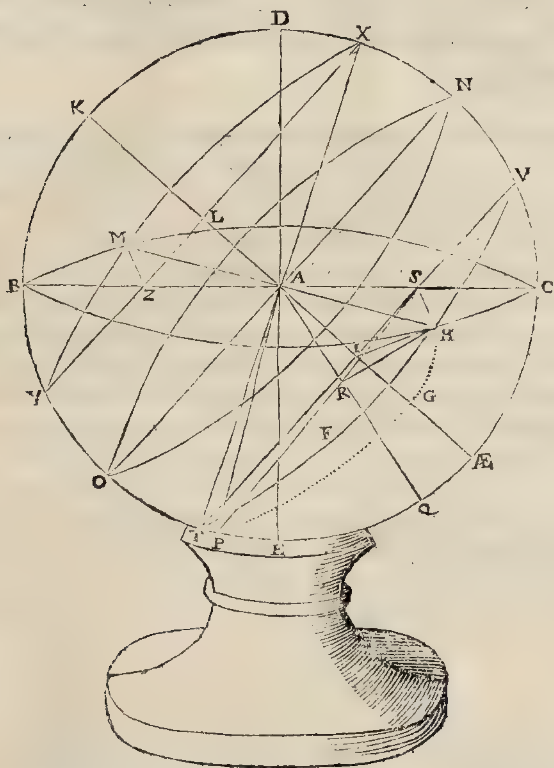
Sit enim alius etiam minor circa diametrum X Y circulus, seu semicirculus X M Y ipsi V H F T æquidistans & æqualis eandemque refringentem superficiem B H C M secans M Z (hic vocetur Tropicus Cancri; vt ita de vtroque loquamur faciliori methodo, & rem captui ampliùs accommodemus) ambos autem, superficies quædam refractionis ad ipsos recta D B E C (Meridianus) secet; istum quidē in V & T punctis; illum verò in X & Y.

Nunc itaque si à puncto X incidat radius X A, angulo inclinationis D A X graduum 18 min. 30, huic *ex tabula refractionum suprà prop.* 48 respondebit angulus refractus graduum 14 min. 24 vt F A P: producta itaque linea incidentiæ X A T, erit angulus refractionis P A T graduum 4 min. 6; tot igitur gradibus transfertur T in P dioptricè: atque adeo per P incedet Capricorni Tropicus refractus, non autem per T. Igitur quoad punctum hoc, locum naturalem amittit, & consequenter quoad cætera omnia inter T & H contenta: ita vt neque per T neque per F incedat; sed verbi gratia per P, G; solo puncto H remanente immoto, vt constat *per* 49 *huius*, emisso nimirum radio irrefracto M A H.

Dico insuper eundem Tropicum, ita per P & G, aliaque loci apparentis puncta, incedere; vt in superficie Sphæræ circumferentiam circuli non efficiat. Et hoc probari potest eo ipso modo quo secunda pars tum 54 tum 53 *propos.* probata fuit.

Tan-

Tantum nunc addo, centrum etiam refractum Capricorni, diuersum esse à centro eiusdem in loco vero. Si enim diuidatur arcus X D Y, siue N D O bifariam in K; & ex K per centrum A, ducatur recta K A Æ, secans X Y in L, & V T in I; hæc erit axis Æquatoris, & punctum I erit centrum paralleli Capricorni in loco naturali, sicut L est centrum paralleli Cancri, quia verò idem axis Æquatoris, seu radius ex K polo, incidit an-



gulo inclinationis D A K graduum ex facta hypothesi 48; angulus refractus ipsi *per* 48 *huius* respondens, erit grad. 33 min. 50 vt E A Q: quo posito erit A Q axis Æquatoris refractus; qui si diametrum refractam Capricorni, secet in R; dabit in communi sectione punctum R tanquam centrum refractum eiusdem paralleli Capricorni; & consequenter erunt R P, R H ipsius semidiametri in loco apparenti, sicut eiusdem in loco naturali semidiametri sunt I T, I H.

Propositio LVI.

Si aliquem in Sphæra circulum minorem, qui ad axem incidentiæ rectus non sit, Sol percurere intelligatur; dum radius incidens conicam superficiem circa axem ilius circuli ad continuum Solis motum describet, radius refractus simul etiam suo modo circa axem refractum ductus, non describet conicam superficiem.

Circuli minoris ad axem incidentiæ non recti, in duplici tantum differentia esse possunt; vel enim dicto axi æquidistant vt V H T, & X M Y *propos.* 54; vel inclinati sunt ad superficiem, ad quam ille perpendicularis est, vt sunt V H T, & X M Y *propos.* 55; & de vtrisque simul intelligitur proposito, cùm in vtrisque eandem habeat rationem: quam quidem in hypothesi *prop.* 55 expono, applicandam facile in hypothesi *prop.* 54 videatur itaque figura *precedentis prop.* & Sol intelligatur percurrere semicirculum X M Y; radius circa axem K A ductus, qualis est X A, describet ad centrum A *iuxta* 15 *primi huius* conicam superficiem, cuius basis erit ipse X M Y. Dico autem à radio refracto vt A P ducto etiam suo modo, seu potius pro modò refractionum, circa axem refractum (qui, *ex demonstratis in precedenti*, est A Q) non posse describi conicam superficiem: eius enim basis esset circumferentia refracta P G H, quæ *ex precædenti proposit.* circulus non est: vnde quia basis coni non solùm recti, sed etiam scaleni, est necessariò circulus: sequitur à refracto radio, vt dictum est, circumducto non describi conicam superficiem.

Propositio LVII.

Circuli Sphæræ dioptricæ maximi, ad axem refractionis recti; vel qui per eum incedunt, lineas in plano horologij rectas efficient: cæteri curuas, pro modo & quantitate refractionum.

Circuli omnes maximi, vel recti sunt ad axem refractionis, vt est B H C M *prop.* 50; vel per eundem incedunt, vt D B E C *propos.* 52, vel tum ad illum, tum ad superficiem refringentem inclinati sunt, vt est M S P G H *prop.* 53. Nunc itaque dico circulos omnes primi, & secundi generis, si gnomonica proiectione in plano describantur, lineas in horologio rectas efficere: quia enim illi per 50 & 52, locum naturalem in Sphæra dioptrica retinent, consequenter sunt etiam in plana superficie; atque adeò *per* 19 *primi huius* lineas rectas in plano horologij efficient.

Præ-

Præterea dico circulos omnes tertij generis, lineas curuas in plano horologij efficere. Quod patet à contrario, cum *per 53 huius* illi ſint non in plana ſed in recurua ſuperficie, cuius nulla linea recta eſt, præter eas, quæ à centro Sphæræ ſeu à vertice Gnomonis dioptrici exeunt: nullum autem horologij planum per verticem Gnomonis incedit, ex *dictis propoſit. 11 primi huius*.

Propoſitio LVIII.

Circulorum Sphæræ dioptricæ minorum, qui ad axem refractionis recti ſunt, gnomonicæ in planum proiectiones erunt ſectiones conicæ; cæterorum, non erunt.

PRima pars ex eo patet quòd *per 51 huius* circuli minores ad axem refractionis recti vt PKL figuram circularem in loco dioptrico habent; & radij refracti vt AK, AL, AP, conum deſcribunt; igitur proiectio eorum gnomonica, quæ ex *dictis 20 primi huius* eſt curua; erit ſectio verè conica. Secunda verò pars patet à contrario *per prop. 56*.

Circulorum Sphæræ dioptricæ Gnomonica proiectio, ſeu practica horarij dioptrici delineatio.

Propoſitio LIX.

Leges aliquas ſeu regulas ad Gnomonicam Sphæræ dioptricæ proiectionem neceſſarias præſcribere.

QVandoquidem circuli omnes tum maximi tum alij, qui vel non ſunt perpendiculares ad axem refractionis, vel per ipſum non incedunt, circularem in Sphæra dioptrica figuram non habent, nec in vno ſunt plano; vt tamen ſupponunt horographiæ Opticæ atque Catoptricæ præcepta ferè omnia à nobis tradita, tum ea quæ inſtrumenti mechanici vſum adhibent, tum alia; idcirco neceſſe eſt peculiares aliquas horographiæ dioptricæ leges vel regulas eſſe ad huiuſmodi circulos delineandos, ſint autem hæ.

Prima regula.

PErſpectis diligenter quantitate refractionis iuxta diaphanorum differentias, & habitudine cuiuſlibet circuli reſpectu axis refractionis; determinetur qualis & cuius naturæ ſit ſuperficies, quam quælibet in Sphæra

dioptrica

dioptrica circulus comprehendit; an ſcilicet plana ſit vel curua; & quo genere curuitatis: vt cognita optimè natura eius ſuperficiei, poſſit eiuſdem cum plano horologij ſectio communis delineari via aliqua geometrica, quæ vel efficiat regularem continuum vnum ductum ipſius ſectionis, vel certè plura aſſignet ritè inuenta puncta, per quæ eadem ſectio deſignetur.

Attamen quia lex iſta, quamuis alioqui optimum & maximè naturalem delineationis ordinem, & modum præſcribat; non parum oneroſa videtur, in quantùm iubet determinari priùs, quæ & qualis ſit ſuperficies cuiuſlibet in Sphæra dioptrica refracti circuli; cùm pauci admodum circularem, quæ in plano eſt, habeant; cæteri verò recuruam, & non vno genere curuitatis. Idcirco & his penſatis, mitiores aliàs ſcribo leges quæ recuruarum huiuſmodi ſuperficierum notitiam abſtruſam non exigant; & tamen earundem ſectiones in quouis propoſito plano ſatis facilè inuenire, adeoque circulos ipſos refractos gnomonicè delineare doceant; ſunt verò ſimiles illis, quas *prop.* 84 *lib.* 3, vſurpaui.

Secunda regula.

AD datam Gnomonis dioptrici longitudinem, atque è data Sphæra dioptrica deſcribantur (lineis ſaltem cœcis) in plano horologij, circuli qui circularem in ea Sphæra figuram retinent, id eſt, tam illi qui per axem refractionis incedunt, quàm qui ad eundem recti ſunt; atque ex ijs ita deſcriptis fiat quoddam veluti rete, quod erit totius horographici operis dioptrici fundamentum: & quidem optimo iure; cum enim prædicti circuli habeant in proiectione Gnomonica ductum regularem, cæteri verò irregularem ſaltem aliquo modo; neceſſe eſt vt illi iſtorum ductum regant.

Tertia regula.

COnficiantur calculo aſtronomico, vel inſtrumenti alicuius vt Aſtrolabij ope, tabulæ prædicto reti accommodatæ, quarum indicio in ipſomet reti inueniantur puncta, per quæ lineis vniformiter curuis cæteri circuli in eodem horologij plano deſignari poſſint.

Monitum.

VT duæ iſtæ vltimo loco poſitæ regulæ (quas omiſſa prima in praxim reducemus *ſequentibus propoſitionibus*) vniuerſales reddantur, aduertendum eſt circulos refractos, qui circularem figuram retinent, non in omnibus dioptricis Sphæris eoſdem eſſe; ſed in diuerſis diuerſos. Exempli cauſa in Sphæra dioptrica Horizontali ſunt circuli Verticales, qui per

axem

axem refractionis incedunt; & Horizon eiusque paralleli, qui ad eundem axem perpendiculares sunt. In Sphæra autem Æquinoctiali, sunt circuli horarum Astronomicarum, qui per axem refractionis incedunt; & Æquator eiusque paralleli, qui ad eundem axem recti sunt. Eodem modo in alijs Sphæris, seruata proportione. Dicendum est; vt in Sphæra Verticali, circuli qui figuram circularem retinent sunt circuli omnes ad Verticalem recti, id est circuli Positionum; & ipse Verticalis cum circulis minoribus, qui ipsi æquidistant; & ita de alijs.

Vnde quemadmodum pro horologio dioptrico è Sphæra Horizontali, rete è circulis Verticalibus & Horizonte eiusque parallelis contexemus, tabulamque eidem reti accommodatam Almucantaro-Azimuthicam per calculum vel instrumentum parabimus; ita intelligi debet pro horologio è Sphæra Verticali, rete esse texendum è circulis Positionum, & parallelis ipsius Verticalis; licet enim hi in vsu hactenus non fuerint; facilè tamen concipi possunt, & eorum nunc vsus ad præsens negotium necessarius est: sed & tabula suo modo in hoc ipsum supputari debet accommodata reti, vt dictum est, è circuli Positionum, &c. contexto: & ita de alijs seruata proportione. Et hæ, meo quidem iudicio, seruandæ sunt leges (donec facilior methodus inueniatur) si quis geometricam horologij è quauis data dioptrica Sphæra delineationem optet.

Quia verò in alijs præter Horizontalem Sphæris; quamuis æquè facilè, & eadem arte possit dictum rete contexi; non fortè perinde comparari possunt accommodatæ reti tabulæ; idcirco in illis Sphæris licebit, omisso reti, ad mechanicas praxes conuerti; quas & dabo suo loco; vt dum à præstantioribus ingenijs aliæ faciliores methodi geometricæ expectantur, nostra interim dioptricè se se prout poterit non solùm circa Horizontalem, sed circa alias etiam dioptricas Sphæras exerceat.

Prætera rationem construendi retis peculiariter exponam, velut in exemplo, in Sphæra dioptrica Aqueo-aerea quæ est Horizontalis: nam inde sufficienter intelligetur quid seruandum in alijs seu similiter Horizontalibus, vt Crystallino-aerea &c. seu non Horizontalibus, & vtrisque tum simplicibus, tum mixtis.

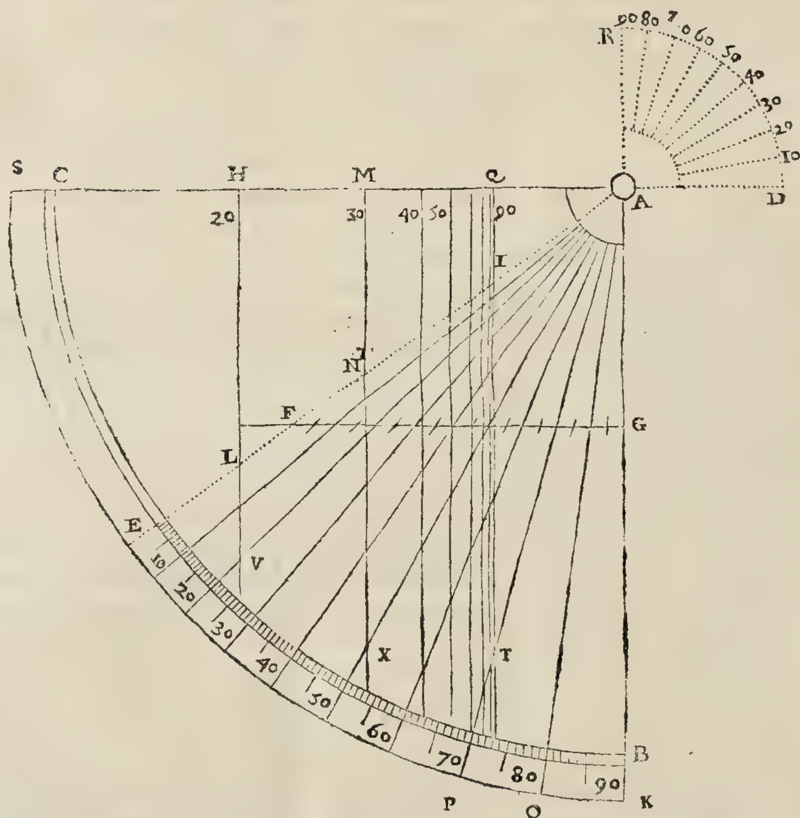
Propositio LX.

Datis refractionum tabulis ad quemlibet diaphanorum diuersitatem gradus quadrantis refractos, seu secundùm refractionum quantitatem degradatos distinguere.

VT rete faciliùs texatur, gradus quadrantis refractos priùs distiuguam, eorumque singulos radios delineabo, & (quemadmodum vulgò fit, in quadrante non refracto) inde sumam vmbrarum refractarum, tum rectarum,

rectarum, tum versarum longitudines ad datam Gnomonis dioptrici longitudinem.

Ductis itaque duabus rectis A S, A K, angulum rectum in A continentibus; describatur centro A quadrans K S: eoque diuiso in gradus, vt assolet, 90 æquales, ac in minuta ipsorum (vt habetur *lib. 2 proposit.* 16) numeri scribantur ordine ducto à K, versùs S, (gradus istos ac minuta hìc non expressi, quemadmodum neque numeros, quia facilè subintelligi posse existimaui) deinde alius ipsi K S concentricus quadrans B C describatur, in quo gradus refracti distinguentur beneficio quadrantis KS ex præscripto tabulæ refractionum.



Si igitur propositum sit gradus ex aere in aquam refractos distinguere recurratur ad aliquam ex tabulis superiùs traditis nimirum *prop.* 45, vel 48 (ego quidem posteriori, ob rationem ibidem dictam hìc vsus sum) & sumpta A K, pro axe refractionis, numerentur sigillatim in quadrante K S gradus, qui singulis inclinationum gradibus respondent, atque ex fine cuiusli-

cuiuslibet numerationis ad centrum A ducantur radij refracti; vt numeratis gradibus 7 min. 55 à K in O pro angulo refracto qui respondet inclinationi graduum 10; ducatur radius O A: item numeratis gradus 15 min. 30, pro angulo refracto respondente inclinationi grad. 20; à K in P: ducatur radius P A: & ita de alijs, non solùm denis (vt in exemplum expressi) sed etiam singulis inter denos contentis, vsque ad vltimum refractum, qui in tabula respondet inclinationi grad. 89; pro quo numerandi sunt à K versùs S grad. 53 min. 37. Et quia angulus rectus 90 (quem *propos.* 1 dixi non rectè vocari angulum inclinationis) non habet, neque habere potest, vt ibidem dixi, angulum refractum sibi respondentem: nihilominus, vt punctum aliquod habeamus, quod in quadrante refracto sit ferè initium primi gradus refracti; numerentur à K versùs S gradus 53 min. 59 ferè (id est 22 min, ampliùs, quàm pro angulo refracto respondente inclinationi 89, iuxta proportionem incrementi aliorum) & facto fine numerationis in E, ducatur E A pro radio qui in aqua ex aëre refringitur angulo ad perpendicularem refracto BAE omnium assignabilium maximo, quasi respondens tali cuidam incidenti qui incidat angulo inclinationis omnium assignabilium maximo; seu quod idem est angulo eleuationis supra Horizontem minimo: vnde consequens est vt ipse E A possit absque errore sensibili sumi pro radio Horizontali refracto, quatenus refractus est eius qui proximus est Horizontali.

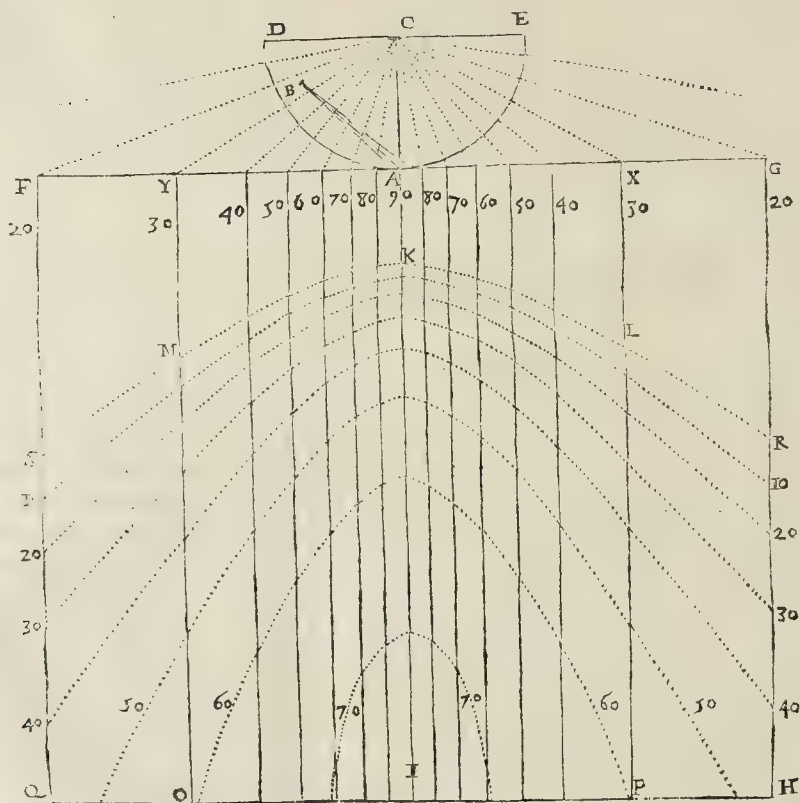
Completa diuisione quadrantis refracti, numeri scribantur, vt hìc cernitur, facto initio ab E versùs B vbi complentur 90; id enim necesse est pro vsu ipsius quadrantis, quandoquidem sicut constructio eius fit ex tabulis refractionum, quæ & angulos inclinationum ab axe incidentiæ, & angulos refractos ab axe refractionis sumunt; ita eiusdem vsus, tabulis Almucantaro-Azimuthicis astringitur: hæ autem angulos eleuationum in circulis Almucantarath sumunt ab Horizonte in Zenith; vnde meritò cùm refractum quadrantem construerem, angulorum refractorum gradus numerabam à K versùs S; in eodem autem iam constructo gradus refractos numerabo ab E versùs B: sic enim sub aqua arcus E B cum suis gradibus & radijs refractis, optimè respondebit quadranti D R in aere circa prædictum centrum A, inter productas K A R, & S A D descripto, cum suis item gradibus, & radijs per interualla æqualia distinctis: & A E primus refractorum respondebit primo, vt dictum est, supra A D eleuato; & irrefractus A B, perpendiculariter eleuato A R: quod quidem omnino sufficit ad constructionis demonstrationem. Eadem porro arte construetur quadrans refractus ad quaslibet diaphanorum differentias; dummodo refractionum tabula illis propria habeatur.

Pro-

Propositio LXI.

Dato quadrante refracto rete horographicum ad datam Gnomonis dioptrici longitudinem construere in plano quod axi refractionis æquidistet.

IN Sphæra dioptrica Horizontali, plana omnia ad Horizontem recta, id est verticalia, axi refractionis æquidistant: in autem eadem Sphæra rete horographicum, *iuxta 2 regulam præced. prop.* ex Azimuthis & Almucantaris texendum est; hi enim vt *ex demonstratis superiùs* intelligitur figuram



in ea Sphæra circularem seruant. Propositum itaque nunc est circulos tum Verticales tum Almucantarath refractos in plano verticali describere.

Sumatur autem pro exemplo planum æquidistans primario Verticali: & in primis dato A loco styli, ducantur per A duæ rectæ ad inuicem perpen-

pendiculares;F G Horizonti æquidiſtans; C I Meridiana; per ea quæ *lib.* 2 dicta ſunt de huiuſmodi lineis: deinde abſcindatur A C æqualis Gnomoni A B; & C centro deſcribatur ſemicirculus D A E diuidendus, vt fieri ſolet, in ſuos 108 grad. (licet hìc ſolùm in 18 partes diuiſus exprimatur) & per ſingulorum graduum puncta, rectæ ex C perducantur donec ipſam F G ſecent, vt ſunt C F, C G, C Y, C X &c. à punctis autem F, Y, X, G, &c. demittendæ ſunt rectæ F Q, Y O &c. inuicem, & cum A I parallelæ: quæ erunt communes ſectiones plani propoſiti, & circulorum Verticalium; ideoque aſcribendi ſunt illis numeri, ſicut Verticalibus, initio facto à primario (licet is locum non habeat in huiuſmodi plano vtpote ipſi æquidiſtans) versùs Meridianum A I cui conuenit 90; & rectæ F Q conuenit 20, ſicut & ipſi G H ex altera parte; & ita de alijs.

His modò deſignatis in plano Verticali, aliæ ſimiles in quadrante refracto deſignandæ ſunt lineæ Verticales; hoc modo & ordine. In quadrante refracto *per precedentem* conſtructo ſumatur A Q, ſtylo A B æqualis, & in Q excitetur Q T perpendicularis ad A S, ſeu parallela ipſi A K; ſimiliter ſumatur A H in eodem quadrante æqualis rectæ C F, vel C G in plano verticali; & A M æqualis ipſi C Y, ſeu C X; & ita de alijs ſingulis, & per puncta H, M, &c. in quadrante ducantur, rectæ æquidiſtantes, ipſi Q T, ſeu A K; quibus etiam numeri aſcribendi ſunt eodem ordine & modo quibus ſuprà, vt videlicet rectæ Q T repræſentanti Meridianum A I conueniat 90, rectæ verò H V repræſentanti Verticalem F Q ſiue G H conueniat 20, & ita de alijs intermedijs.

Hæ verò rectæ Q T, M X &c. in quadrante, ſecabunt radios eius, ſi non omnes ſaltem plurimos; & quidem eò plures, quò breuior ſumptus fuerit ſtylus A B ſiue A Q ipſi æqualis: vt Q T ſecat radium A E in I, & radium A T 70 in T; alioſque intermedios in alijs punctis: ita M X, ſecat radium A E in N; & eundem ſecat in L recta H V; & ita de alijs: ſunt autem diligenter notanda huiuſmodi puncta interſectionum; quia ſingula è quadrante ad retis conſtructionem in lineas Verticales transferenda ſunt, ſumptis accuratè interuallis; hoc modo

Sumatur aperto circino interuallum Q I in quadrantis Meridiana Q T, & transferatur in lineam Meridianam plani Verticalis ab A in K: item ſumatur interuallum H L in quadrantis Verticali 20 H V, & transferatur in ſimilem ei F Q ab F in S ex vna parte, & ex altera in aliam æquè eidem ſimilem G H, à G in R: præterea interuallum M N è 30 Verticali M X, transferatur in duas ipſi ſimiles Y O, & X P, ab Y ſcilicet in M, & ab X in L; & ita de alijs intermedijs punctis quibus ſimiles Verticales in quadrante, ſecant primum radium refractum A E: ad cuius delineationem iam hoc facto habemus puncta S, M, K, L, R, aliaque intermedia in intermedijs Verticalibus: itaque per ea puncta deſcribendus eſt ductu vniformi & ſine angulis arcus S M K L R, qui in reti iſto horographico ſupponi poterit pro linea Horizontali ex dictis *in conſtructione quadrantis.* Eadem prorſus arte

 deli-

delineabuntur pro circulis Almucantarath arcus conuenienter inflexi per puncta similiter ex quadrante refracto in planum verticale translata ; ac demum singulis ritè delineatis numeri apponantur, vt in schemate cernitur, facto initio ab S K R : & ita constructum erit optatum rete in plano verticali.

Si huius generis rete quis optaret insignis alicuius magnitudinis, vel in superficie non plana, aut declinante, vel etiam inclinata; posset facillimè totam eius delineationem perficere instrumento Verticalis nostri mobilis *lib. tertio per ea quæ dicta sunt prop.* 42, 43, *&* 44; dummodo priùs in eo ipso instrumento, quadrans refractus delineatus esset *per præcedentem* 60.

Demonstratio.

MOueatur triangulum F G C super immota basi F G donec ad angulos rectos sit cum plano verticali; id est, donec A C congruat cum stylo A B: sic erit C vertex styli, & centrum Sphæræ *per postul.* 6: & quia F G *per constructionem* ad Meridianam A I recta est, semicirculus D A E erit in plano Horizontis; & rectæ C F, C Y &c. erunt communes Horizontis, & circulorum Verticalium sectiones : F G autem erit communis sectio plani verticalis, & circuli Horizontis. Et quia ijdem Verticales, vtpote ad Horizontem recti, incedunt per axem refractionis, qui in hac Sphæra Horizontali ad eundem Horizontem rectus est *per definit.* 12, sequitur omnes Verticales per axem refractionis incedere; atque adeo naturalem retinere locum *per prop.* 52; ergo & sequitur eosdem per puncta F, Y, &c. incedere: quia verò ijdem Verticales circularem etiam figuram retinent *per eandem* 52; atque adeo lineam rectam in plano quod secant efficiunt *per* 57; sequitur F Q, Y O &c. (quæ Verticales circulos in proposito plano referunt) debere esse rectas : insuper autem debere easdem esse tum inuicem, tum Meridianæ A I parallelas; satis patet quia tam planum hoc, quàm quilibet Verticalis est ad Horizontem rectus ; ac proinde communis eorum sectio est ad eundem Horizontem perpendicularis *per* 19 11 *elem.* ergo duæ vel tres &c. huiusmodi sectiones, sunt inuicem parallelæ *per* 6 *eiusdem*.

Quòd arcus circulorum Almuc. debeant tanto vel tanto interuallo distare ab Horizontali F G; pendet ac demonstratur *ex constructione quadrantis refracti*; hinc enim petenda est quantitas cuiuslibet vmbræ versæ refractæ : ac demum quòd ijdem Almucantarath hunc potius quàm alium curuitatis flexum obtineant in isto plano ; ex eo pendet quia (cùm *per* 58 *huius* sectiones eorum sint conicæ) in hoc plano, vtpote æquidistante axi ipsorum, sunt hyperbolæ.

Pro-

Propositio LXII.

Dato eodem quadrante refracto, rete aliud horographicum ad datam Gnomonis dioptrici longitudinem, delineare in plano ad axem refractionis perpendiculari.

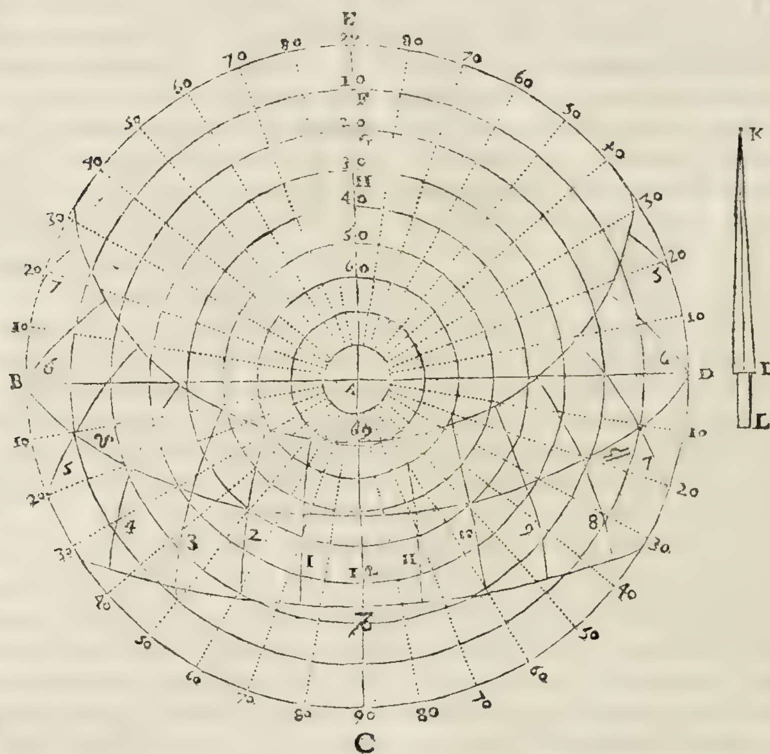
PLanum quod axi refractionis, in Sphæra dioptrica Horizontali, perpendiculare eſt, ipſi Horizonti æquidiſtat; & rete horographicum in eadem Sphæra *iuxta 2 regul. 59 propoſ.* texendum eſt ex Azimuthis, & Almucantaris: hi enim in illa Sphæra, vt *ex demonſtratis ſuprà* intelligitur; retinent circularem figuram. Hæc verò placuit præmonere, vt propoſitio quæ eſt vniuerſalis poſſit faciliùs ex hoc exemplo applicari cuilibet factæ hypotheſi ſecundùm diuerſas dioptricas Sphæras. Nunc itaque propoſitus ſit datus quadrans refractus *per 60* conſtructus: & ſit data Gnomonis longitudo KI, quantùm ſcilicet ſupra planum horologij eminebit; nam reliqua particula IL, poteſt eius eſſe radix eidem plano infigenda.

Videatur figura prædicti quadrantis, & in axe refractionis AB, ſumatur AG æqualis ipſi KI; & ex G perpendicularis ad AB excitetur GF, quæ radium AE in F, reliquos verò inter ipſum & AB medios ſecet in alijs punctis diligenter notandis. Deinde aperto circino ſumatur interuallum GF, & eodem interuallo deſcribatur in plano horologij circulus EBCD circa A centrum quod etiam locus ſtyli erit. Simili modo ab eodem G versùs F ſumantur puncta quibus ipſam GF ſecant radij non tantùm 10, 20, 30 &c. ſed etiam omnes ac ſinguli ſi opus eſt; & ad ſingulorum huiuſmodi punctorum interualla tranſlata ex A loco ſtyli in aliquam diametrum EAC; vt in F, G, H, &c. deſcribantur eodem centro A circuli, qui circulos Almucantarath refractos referent: & quidem EBCD referet Horizontem iuxta dicta *propoſ. præcedenti*; ille autem qui per F incedit decimum Almucantarath; qui verò per G 20; & qui per H 30 repræſentabit &c. numeri autem ita ſcribantur, vt facto initio à circulo EBCD, in A tanquam in Zenith compleantur 90. Et hæc de circulus Almucantarath.

Nùnc de Azimuth. Rectam EC per centrum A ductam ſecet BD ad angulos rectos in eodem A; & mox quadrantes ſinguli EB, BC, &c. diuidantur vt communiter fit in gradus 90; & à ſingulis diuiſionum punctis rectæ ad centrum A ducantur, quæ erunt ſectiones communes plani horologij, & circulorum Verticalium; numeri autem ſcribantur, vt hìc cernitur à B hincinde versùs E & C; ſimiliterque à D hinc inde versùs E & C; vt in E & C compleantur 90: & ita BD erit in horologio Verticalis primarius; EC autem erit linea Meridiana.

Si cui fortè oneroſa videatur tot circulorum & linearum rectarum deſcriptio; hanc ſequatur methodum faciliorem. Deſcripto ac diuiſo, vt di-

ctum eſt, circulo EBCD, regula quædam tenuis chartacea, cornea, orichalcea, vt placuerit, tali arte fiat; vt in lineam eius fiducialem transferantur puncta (ſingulis ipſorum interuallis debitè ſeruatis) quæ ſunt in quadrantis refracti linea G F, additis numeris, ſcribendis ab F versùs G, ſeu à puncto quod in regula reſpondet ipſi E, ad aliud quod in eodem reſpondet puncto G: tum in hoc vltimo regulæ puncto fiat foraminulum; vt ita fixa acu tenui poſſit copulari centro A, ac circumduci per omnes gradus



circuli E B C D; ſic enim prout applicata fuerit eius gradibus his vel illis referet Verticales, qui per eos gradus incedunt; & quia ſemper ſecum defert puncta notata ex linea G F dabit in quolibet Verticali puncta ſingulorum Almucantarath. Et ita grato compendio optatum rete conſtructum erit ex vnico circulo, & vnica regula rectilinea.

De-

Demonstratio.

SIcut in *præcedenti* demonstratum est lineas Verticalium esse rectas ita hic demonstrari potest: quòd autem in centrum A conueniant; est, quia per A communis eorum diameter (qui est axis Horizontis) incedit: ac demum quòd æqualibus interuallis per gradus in circulo EBCD notatos distinguantur; est, quia ex *prop.* 52 locum naturalem retinent. Almucantarath verò in hoc plano, circuli sunt; quia sectio coni in plano quod basi eius æquidistat circulus est; sectiones autem ipsorum Almucantarath sunt in ista Sphæra dioptrica, sectiones conicæ *per* 58 *huius*. De distantia eorundem circulorum ab inuicem in hoc plano, siue de longitudine diametri cuiusque, non est difficultas, cùm eam in quadrantis refracti recta GF præscribat longitudo vmbræ rectæ refractæ respondentis cuilibet circulo eleuationis.

Corollarium.

EX hac & præcedente *prop.* satis intelligitur quomodo in planis inclinatis seruata proportione delineari debeat rete horographicum.

Propositio LXIII.

Dato reti horologium dioptricum delineare.

IN exemplum dabo horologium Astronomicum in reti *per præcedentem propos.* constructo, delineandum; leges autem delineationis illæ ipsæ sunt, quas *prop.* 84 *lib.* 3 tradidi: quare nunc non est opus eas hic repetere; cùm inde nullo negotio peti possint, quemadmodum & tabulæ tum pro lineis horarijs, tum pro arcubus Æquinoctialis ac Tropicorum necessariæ, ad poli eleuationem grad. 42. Solùm hic addam, quod horologio in aqua dioptrico peculiare est. Fiat vas quoddam cylindrica (vel alia quauis figura) ad mensuram altitudinis styli KI, torno incauatum, in eius autem fundo plano, ac saltem æqualis cum circulo EBCD diametri, delineetur, vt dictum est, vel sanè iam in ænea bractea exaratum aptè condatur ipsum horologium: & in centro A stylus KI ad angulos rectos fixus erigatur. Infundatur deinde aqua purissima, ad summam vasis oram, id est vsque ad styli summitatem K: tunc verò horologium, si ita collocetur, vt linea EC sub Meridiano sit; & E meridiem ipsum spectet; C autem septentrionem, vmbra stylo proiecta refractè, horam &c. ostendet.

Demonstratio.

MEridianam lineam A C rectam esse sicut A D ac reliquas Verticales constat *ex demonstratis in præcedenti*, reliquas verò horarias, quemadmodum & Æquinoctialem, curuas esse, constat *per 57 huius*; quia tam circuli horarum Astronomicarum distinctores, quàm ipse Æquator ad superficiem refringentem, quæ est aquæ, inclinati sunt: denique modum curuitatis tum dictarum linearum, tum etiam arcuum Cancri & Capric. præscribit rete vnà cum tabula cuique propria; nam neque Tropici sectionem conicam efficere possunt in hac Sphæra dioptrica *per proposit. 58* cùm & ipsi inclinati sint ad aquæ superficiem, sicut Æquator.

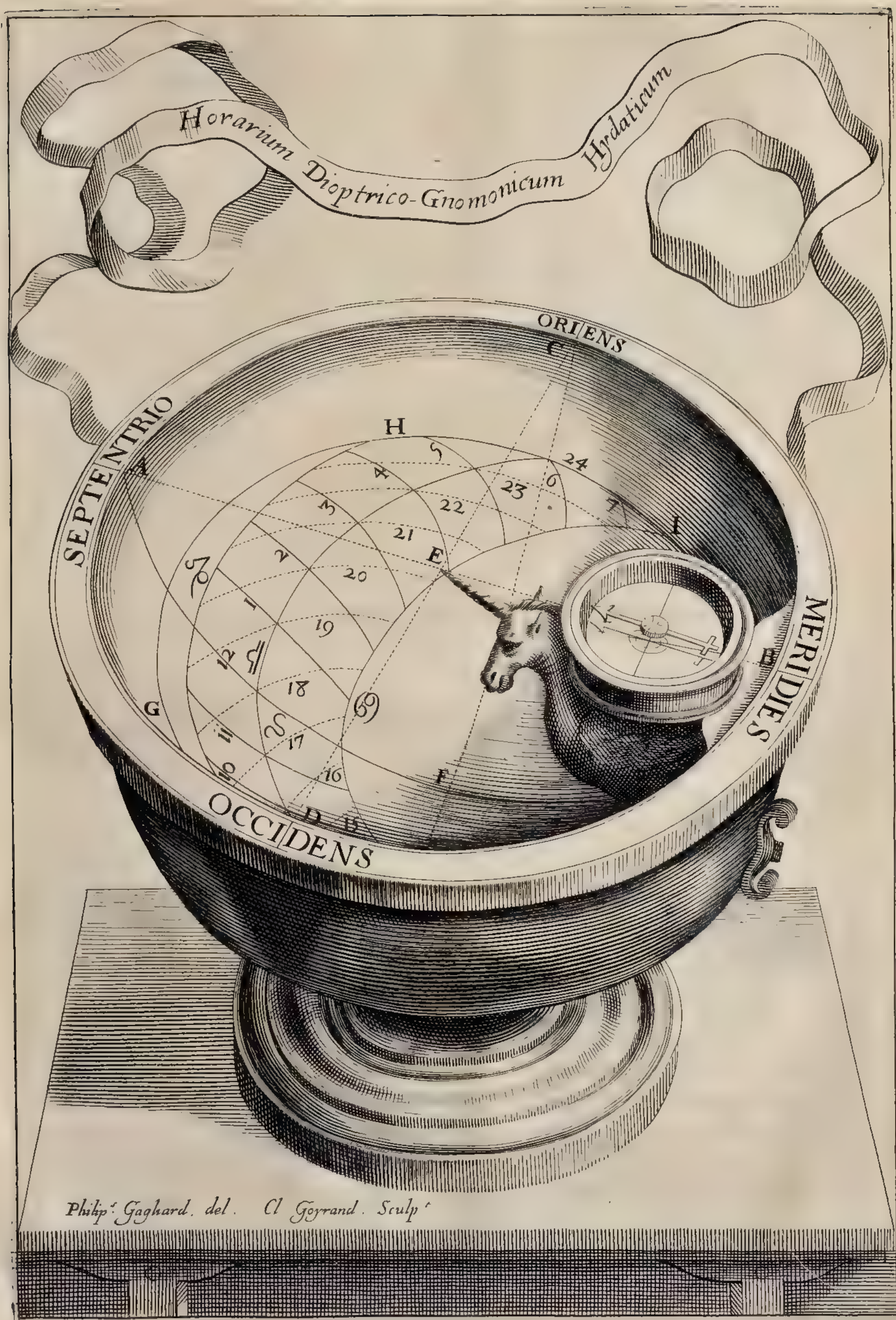
Propositio LXIV.

Horologium dioptricum sub aqua; in concauo hemisphærico vase delineare.

IN primis *iuxta prop. 59 regul. 2*, construendum est rete horographicum; & quidem ex Azimuthis & Almucantaris, vt iam satis constat. Diuidatur itaque hemisphærici propositi vasis peripheria A C B D interior in quatuor partes æquales; & rursus earum quælibet in gradus 90. Deinde circini ad interuallum C A, siue C B, aperti pede immobili fixo in C, alter circumductus ab A in B describat Meridiani semicirculum A F B; & vicissim pede immobili ex C in A vel in B translato, ac ibidem fixo, pes mobilis à C in D circumductus semicirculum C F D Verticalis primarij designet: atque hac eadem arte describantur cæteri Verticales, qui omnes cum Meridiano se se in vno communi puncto F secabunt, quod nunc liceat vocare Zenith dioptricum: nam & de facto est Sphæræ istius dioptricæ Zenith in ima parte, vndique à circumferentia A C B D æqualiter remotum.

Completa Verticalium delineatione, ac numeris debito ordine ascriptis à C versùs A & B, itemque à D versùs idem A & B; diuidatur diameter A B bifariam in E: & interuallo E A siue E B describatur in quadrante refracto, suprà *prop. 60*, arcus ex A ipsius centro, secans radium A E, & A B reliquosque intermedios sicut eos secat recta G F: puncta verò intersectionum ab eo quod erit in linea A B (sicut fecimus supra in linea G F) versùs illud aliud quod erit in radio A E, sumantur diligenter aperto ad singulorum interualla circino; atque eodem sic aperto describentur sigillatim in vasis nostri concauo circuli Almucantarath pede immobili collocato semper in Zenith dioptrico F. Delineatis Almucantarath, numeri apponantur suo ordine, vt sit in prædicto Zenith 90. Non est autem necesse dictos Almuc. sicut neque Verticales, numerosue altè incidere, sed sufficiet leui cuspide

cir-


Horarium Dioptrico-Gnomonicum Hydaticum
ORIENS
SEPTENTRIO
MERIDIES
OCCIDENS
Philip. Gaghard. del. Cl Goyrand. Sculp.

circini deſignare ; vtpote mox delineato horologio delendos : quamuis ſi ita libuerit incidi poterunt ; niſi periculum ſit confuſionis linearum ob nimiam multitudinem in exiguo ſpatio.

Conſtructo hac lege reti horographico, adhibitis tabulis, horæ Aſtronomicæ & arcus tum Æquatoris, tum Tropicorum nullo negotio delineari poterunt, ſicut dictum eſt *prop. 63*. Pro horis verò ab occaſu alia neceſſaria eſt tabula, quam ex Aſtrolabio pariter excerptam hìc deſcribo ad eleuat. poli grad. 42; qua in tabula vbi ſcribitur P. or. intelligendus eſt Verticalis primarius in parte ortiua; ſicut idem intelligendus eſt in parte occidua vbi ſcribitur P oc. vbi autem ſcribitur A. or. intelligitur Verticalis inter auſtrum, & ortum; ſimiliterque Verticalis inter auſtrum, & occaſum, quando ſcribitur A. oc. & è contra vbi ſcribitur B. or. aut B. oc. intelligitur Verticalis inter boream, & ortum, vel inter boream & occaſum: denique A. Simpliciter ſignificat Auſtrum ſeu Verticalem 90, qui eſt Meridianus.

Tabula circulorum tum Azimuth, tum Almucantarath per quorum communes ſectiones incedunt circuli horarum ab occaſu ad poli eleuationem grad. 42.

	Horæ ab occaſu.														
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.	G. M.
Azim.	B. or. 32 0	B. or. 22 0	B. or. 11 0	P. or.	A. or. 11 0	A. or. 20 0	A. or. 32 0	A. or. 42 30	A. or. 54 15	A. or. 67 50	A. or. 82 0	A. oc. 82 50	A. oc. 78 30	A. oc. 55 9	A. oc. 43 10
Alm.	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	8 20	5 50	21 5	24 0	4 5	21 25	16 10	8 40
Azim.		B. or. 22 15	B. or. 12 0	B. or. 2 0	A. or. 10 5	A. or. 20 50	A. or. 32 30	A. or. 44 40	A. or. 7 0	A. or. 74 0	A. 90 0	A. oc. 75 0	A. oc. 60 0	A. oc. 46 0	A. oc. 30 0
Alm.		10 30	10 0	19 15	11 0	21 50	10 0	20 0	3 0	31 0	31 50	29 10	24 55	18 20	10 2
Azim.			B. or. 13 0	B. or. 3 50	A. or. 8 0	A. or. 20 0	A. or. 33 0	A. or. 46 40	A. or. 60 0	A. or. 80 0	A. oc. 80 0	A. oc. 70 0	A. oc. 51 0	A. oc. 37 0	A. oc. 20 9
Alm.			21 15	32 20	32 0	40 0	21 0	30 0	31 0	38 50	39 30	32 0	28 0	20 0	10 45
Azim.					A. or. 6 20	A. or. 21 0	A. or. 32 9	A. or. 49 0	A. or. 62 0	A. 90 0	A. oc. 63 10	A. oc. 60 0	A. oc. 43 0	A. oc. 30 0	A. oc. 10 5
Alm.					43 30	54 15	31 48	40 5	39 0	48 0	46 0	36 4	30 3	21 0	11 0
Azim.							A. or. 35 0	A. or. 51 0	A. or. 68 10	A. oc. 80 0	A. oc. 56 0	A. oc. 49 0	A. oc. 32 0	A. oc. 20 50	P. oc.
Alm.							45 0	48 30	46 0	54 0	50 10	40 5	31 48	21 50	10 10
Azim.							A. or. 36 0	A. or. 58 0	A. or. 74 0	A. oc. 64 0	A. oc. 42 0	A. oc. 40 0	A. oc. 24 0	A. oc. 10 0	B. oc. 8 0
Alm.							52 0	60 0	53 0	6 0	53 0	42 0	33 0	12 15	11 0
Azim.							A. or. 38 0	A. or. 66 0	A. or. 82 0	A. oc. 46 0	A. oc. 30 0	A. oc. 34 0	A. oc. 6 0	P. oc.	B. oc. 22 50
Alm.							62 0	68 0	59 50	63 0	54 0	43 0	33 0	22 0	10 0
Azim.							A. or. 38 30	A. or. 70 5	A. 90 0	A. oc. 37 0	A. oc. 18 30	A. oc. 0 0	B. oc. 4 10	B. oc. 13 30	
Alm.							64 5	70 50	64 10	63 2	53 45	43 40	31 5	1 35	
Azim.									A. oc. 68 0			A. oc. 5 40			
Alm.									70 30			42 40			

Deli-

Delineato horologio, Monoceros (aut simile quid Gnomonis opaci loco) hemisphærij centrum E attingens conuenienter aptetur, firmeturque: ac ita demum aqua iniecta limpidissima, vsque ad peripheriam ACBD & Gnomonis verticem E; horologium ad austrum acu magnetica dirigente disponatur; tunc enim vmbra è Gnomone in horarias lineas refractè cadens, horam &c. indicabit. Quæ quidem omnia *ex antea demonstratis* satis intelliguntur, vnde nec nouam demonstrationem apponam.

Tu verò hic, obsecro te, mi Lector, gratulare dioptricæ isti meæ, quin & toti Perspectiuæ horariæ, quam nempe cernis plurimum à sacra Purpura & honestatam, & illustratam; quod enim ænea tabella tibi protuli insignioris dioptrico-Gnomonici horarij specimen, id expressum ex eo est, quod accuratissima sua manu in hemisphærica ænea inaurata patera delineatum, mihi pro sua humanitate, in hoc ipsum concessit Eminentissimus idemque sapientissimus Card. Costagutus, qui aliàs dum ad præclari ingenij sui nobiliora exercitamenta non solùm operam dabat Philosophiæ politori, vel ipsi sacræ Theologiæ, ac vtrique Iuri; sed etiam in reliquis facultatibus subtilissima quæque scrutabatur, res etiam Gnomonicas perlustrauit, imò illustrauit inuentis ac feliciter extructis varijs nouæ multiplicis formæ gestatorijs horarijs, quæ sine dubio nominatissima illa Antiborea, Pelecina, aliaque *propos.* 11 *huius* commemorata longè superent, tum elegantia, tum ingeniosi inuenti præclaro artificio. Nunc equidem hæc ipsa horaria, aliamque plurimam insignem, tum matheseos, tum curiosæ Philosophiæ supellectilem, necnon in primis lectilissimam Bibliothecam habet eximium eiusdem Eminentis. museum; mentem verò interim altiores publicæ pro Christiana Republica detinent curæ. Tu denique mi Lector fruere isto, mihi quidem carissimo, tibi autem etiam profuturo Eminentissimi munere.

Propositio LXV.

Radio solis per exiguam ad hoc paratam crystallum in cameram alias occlusam introfuso, horarium dioptricum amplissimum, media in luce vmbratilibus lineis depingere.

PAretur crystallus tres quatuorue digitos lata, orbicularis, plana quidem ex vna parte, sed ex altera conuexa, vel concaua figuræ Sphæricæ, vel alterius cuiuslibet: & in eius plana superficie ad longitudinem alicuius conuenienter assumpti Gnomonis horologium sciathericum præceptis *libro* 2 traditis delineetur; vel etiam acuto adamante exaretur, verbi gratia, verticale; & quidem declinans, aut rectum prout oportuerit spectata loci dispositione: numeri tamen, & characteres Signorum Zod. versa in dextram parte sinistra, vt in typis, scribantur. Demum electo in

fenestra

fenestra loco disponatur crystallinum hoc horologium, eo situ qui ipsi conuenit, superficie plana foras, altera intus respiciente: mox enim si occlusis reliquis fenestris camera Solem excipiat trans eam crystallum, luce per ipsam se se infundente, apparebunt in superficie parietis, vel pauimenti ad maiora spatia (propter diuaricatos radios) extensæ horariæ lineæ, aliæque in parua crystallo pictæ vel exaratæ: ipsaque cum eis pariter apparebit vmbra Gnomonis horam simul &c. demonstrans; poterit autem hoc ipsum horologium dioptricum è pauimento elegantiùs in fornicem, vel in editiorem parietis partem reflexè proijci; si sub prædicto crystallino horologio speculum planum sic aptè disponatur vt lucem, vmbramque ex eo incidentem excipiat, & exceptam reflectat in cubiculi optatam partem commodiorem.

Propositio XLVI.

Ad crystalli & aqua simul compositas refractiones horarium dioptricum delineare è quauis Sphæra dioptrica.

DElectabit sine dubio non solùm ex Horizontali (vt hactenus factum est) sed etiam è Verticali, aut Æquinoctiali, vel alterius generis Sphæra dioptrica horarium extruere: quia tamen aquæ sibi relictæ vnda ad Horizontem solum aptatur, ad reliquos autem Sphæræ circulos aptari nequit; nec facilè parari potest diaphanum aliud densum notabilis atque ad id idoneæ profunditatis: modum excogitaui satis aptum quo aquam alienis terminis cohiberem (cùm suis non possem) & ita superficiem eius pro vario prædictorum circulorum situ, erigerem, inclinarem &c. Id in exemplo clariùs efferam.

Si horarium è Sphæra Æquinoctiali desideres, ita videlicet vt axis refractionis sit rectus ad planum circuli Æquatoris *iuxta definit.* 12: vas aliquod firmo pede stabile compara, verbi gratia, hemisphæricum, cuius summum labrum sit non Horizonti parallelum; sed ex vna parte elatum numero graduum eleuationis Æquatoris; tum ori vasis ita comparati crystallum electam (cuius videlicet ambæ planæ sint ac inuicem parallelæ superficies) impone ac diligenter agglutina tali arte vt nusquam effluere possit aqua, mox per relictum à tergo spiraculũ infundenda: & hoc modo habebis vnum non quidem simplex sed è duobus compositum diaphanum densum, sub quo horarium effici poterit è Sphæra Æquinoctiali dioptrica. Ipsum verò horarium, priusquam infundatur aqua, & crystallus agglutinetur, sic delineabis. Primò quadrantem dioptricum *per propos.* 60 construe ex tabulis refractionum crystalli solius; quas quidem tibi ipse conficere

ficere poteris *per prop.* 45 aut 47 *huius*, vel ſane vtere tabulis refractionum vitri quas habet Vitellio *lib.* 10, non ſunt enim diuerſæ refractiones vitri,& cryſtalli huius (de qua loquor) liquatæ & compactæ in fornace : quamuis aliud videatur dicendum de cryſtallo montana quæ cum duritie habet ſimul denſitatem maiorem.

Deinde pro horis Aſtronomicis diuide vaſis interiorem, quæ in ſummo ore eſt, peripheriam in partes æquales 24 facto initio à ſupremo & maximè omnium eleuato eius puncto ; per quod & per aliud ipſi ex diametro oppoſitum incedet linea Meridiana, quam ſicut & reliquas horarias per alia factæ diuiſionis puncta deſcribes eadem prorſus arte, qua Verticales circulos ſuprà delineaſti *propoſitione* 64. Hæ verò lineæ ſe inuicem ſecabunt in vno communi puncto, quod erit cetrum horologij & polum referet, Arcticum quidem ſi facies horologij à Zenith versùs meridiem inclinata, ſeptentrionem reſpiciat ; Antarcticum verò ſi ipſum meridiem ſpectet.

Tertiò ex horologij centro prædicto Æquinoctialem, & parallelos Signorum deſcribes quemadmodum eadem *propoſ.* Horizontem & circulos Almucant. excepto quòd interualla propria, quibus ab Æquatore declinant Signorum arcus in quadrante refracto, vt dictum eſt, parato, ſumenda priùs ſunt iuxta declinationum tabulas quæ *lib.* 2 *prop.* 39 habentur ; & ita è quadrante in horologium transferenda.

Pari modo fieret horologium *ex præceptis ſuperiùs traditis*, ſi vas dicto iam modo inclinatum ſuperficies interiores haberet planas, ad Horizontem rectas, vel inclinatas, aut vnam haberet Horizontalem.

Demonſtratio.

AD horas Aſtron. vel ad Signorum arcus nullum hìc neceſſarium præuium rete, quia in Sphæra dioptr. Æquin. circuli horarum Aſtron. vtpote ad Æquatorem recti per axem refractionis (qui eſt ipſe Æquatoris axis) incedunt : Æquator verò & Signorum paralleli ad eundem axem, vt patet, recti ſunt : vnde non ex alijs quàm ex ipſis *per* 2 *regulam prop.* 59 conſtrui debet rete pro cæteris circulis ; vt Horizonte, diſtinctoribus horarum ab occaſu &c. Præterea quòd quadrantem refractum ad ſimplicem cryſtalli refractionem conſtrui iuſſi ; ideo eſt, quia cùm conſtet cryſtallum aqua eſſe denſiorem, refractio ex aquea & cryſtallina compoſita ad ſimplicem cryſtallinam reducitur *per prop.* 8.

Pro-

Propoſitio LXVII.

In quauis & quomodocunque diſpoſita ſuperficie, è quauis dioptrica Sphæra ad compoſitam, vel ſimplicem refractionem, licet ignotam horarium dioptricum organicè delineare.

HÆc propoſitio multa complectitur;& multùm iucunda;facilè enim continget eſſe molem aliquam cryſtalli, verbi gratia, ſeu ſolidam, ſeu concauam, liquore tamen aliquo limpidiſſimo replendam,vt vrceum, phialam &c. in qua præter elegantiam operis delectet etiam horas & Solis in Zodiaco motum cernere; quod tamen difficultate non caret, cùm vt plurimum in huiuſmodi fabrefactis, quò plus ineſt artis, eò inſit minùs regularis ſolitæ, & ad gnomonica accommodatioris figuræ planæ vel ſphæricæ. Verùm quantumlibet res ex ſuo genere ſit difficilis; facillimam reddet modus ille delineandi quem *lib. 3 prop.* 82 tradidi, in dioptricis non minùs vtilis quàm in cæteris.

Eſto (vt rem exemplo faciliùs declarem) phiala cryſtallina cuiuſcunque figuræ (certè nullam vitraria fornax edet perfectè ſphæricam, aut perfectè ellipticam &c.) in cuius externa ſuperficie horologium proponitur depingendum, quod horas oſtendat quoties exponetur Soli phiala ſpiritu vini, aceto ſtillato aut ſimili etiam natiuo liquore puriſſimo plena. In primis perſpecta phialæ figura eligatur extrinſecùs vel etiam intrinſecùs, commodiſſimo loco puta in deuexo quà collum adnaſcitur, punctum aliquod pro Gnomonis vertice; quod modo tali opacetur, vt vmbram efficiat, neque enim aliud ſtyli genus hìc neceſſarium eſt.

Deinde conſtructa machina horographica, vt *propoſit. illa* 82 dictum eſt; phialæ optato liquore ad ſummitatem vſque plenæ os cortice ſuberis aut cera molli obſtruatur, ne liquor effluat, dum inclinare phialam neceſſe erit delineando horologio: pes verò eiuſdem (qui commodiſſimus erit, ſi fiat vt in ciathis,fundo phialæ rotundo adhærens) vinculo quodam aut pice vel alio modo firmiter copuletur aſſeri *c a b*, quemadmodum de baſi FH dicebatur loco citato. Ita tamen obuertatur phiala vt planum quod intelligi poteſt incedere per punctum iam electum pro vertice Gnomonis, & per axem ipſius phialæ, æquidiſtet lineæ Meridianæ GX. Cætera quæ ad horarum &c. in phialæ ſuperficie delineationem pertinent,fiant vt *eadem prop.* in ſuperficie ſpeculi concaui.

Deinceps autem phiala, horologio inſignis, eodem quo priùs aut ſimili plena liquore, debitè ad meridiem obſerua, in plano Horizontali erecta, ac Soli expoſita, horas, Signa Zod. &c. refracta puncti, vt dictum eſt, opacati vmbra oſtendet reſpicienti à tergo: poſſet verò æque oſtendere radio refracto, ſi punctum quod opacatum eſt ſineretur diaphanum cæteris cir-

ca ipsum ad aliquantulum, vel etiam magnum spatium, opacatis. Fieret autem id optimè pictorijs inductis coloribus oleo temperatis, & ad elegantiam exprimentibus optatam alicuius rei, vt Solis imaginem.

Simili arte machinæ horographicæ, horaria dioptrica in aqua, perinde facilè delineabis in quolibet oris latè patentis vase, vt scutella, catillo, patera &c. cuius concaua superficies à perfectè sphærica defficiat, vel non sit integri hemisphærij. Si enim horologium dioptricum Horizontale describas *per prop.* 63 (quod videlicet delineationem habet omnium facillimam, propter rete lineis rectis, & circulis concentricis constans) illius ope, etiam seclusa aqua, simile horologium in vacua patera designabis, quod tamen non nisi addita aqua horam ostendet.

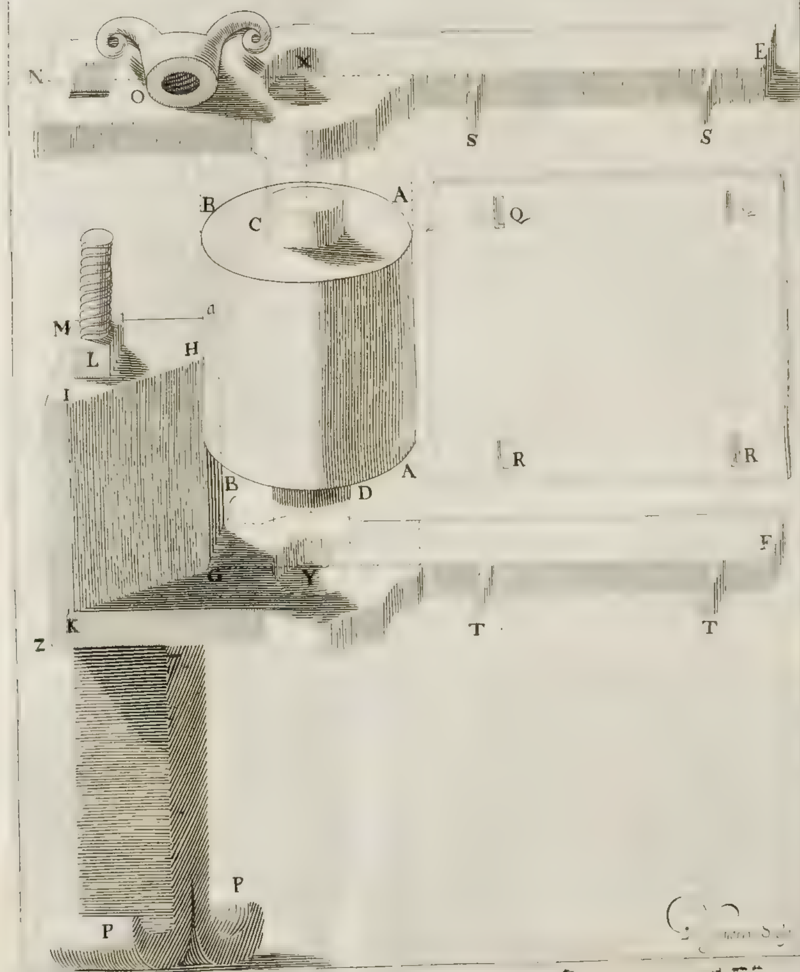
Propositio LXVIII.

Pulcherrima meteoricæ Iridis æmula Thaumantias in occlusæ cameræ superficie dealbata refractis à speculo cylindrico solaribus radijs gignitur, quæ non solùm horas tum Astronomicas, tum aliàs, sed etiam locum Solis in Zodiaco, in circulis Verticalibus, domorum cœlestium &c. ostendere potest.

IRis dioptrica de qua nunc agere proposui, à Catoptrica (de qua *lib* 3. egi *à propos.* 111, *ac deinceps*) differt sola colorum varietate, cùm enim lux reflexa, solum velut sibi natiuum ostentet candorem; refracta, pro modo & quantitate refractionis, flauescit, virescit, purpurascit, cærulascit: vnde præsuppositis ijs, quæ loco citato dixi, solam nunc refractionem adiungam, vt ita perfectam Iridem, id est, versicolorem, quod solùm illi deerat, exhibeam.

Paretur itaque speculum è solida crystallo cylindricæ perfectæ figuræ, omni circumferentiæ parte splendidissimum, tres circiter in longitudinem digitos, ac totidem in diametrum habens; tali forma quali expressū B A cernis in figura sequenti. Nihilominus viuaciores fore Iridis colores videtur, si in cylindrica dicti speculi superficie, postquam iam perfectè polita fuerit creberrima interuallis exiguis sed æqualibus distincta latuscula explanentur, & sic iterum perfectè poliantur; ita vt angulorum, quos cum intermedijs, ac sibi æqualibus residuis latusculis cylindricis efficiunt, acies habeant minimè exesas: fortè adhuc pulchrior esset Iris, si latuscula plana omnia se se immediatè consequerentur absque interpositione latusculorum conuexorum: esset nihilominus vtroque isto modo aliquantulum interrupta Iris, neque arcum efficeret continuum sed necessariò intercisum. Iuuabit etiam mirum in modum si purissima sit, & limpidissima crystallus, atque insuper acuto quodam sed minimè opaco imbuta

colore


N
O
X
E
S
S
B
A
C
Q
M
a
L
H
I
R
R
B
A
D
F
G
Y
K
Z
T
T
P
P

colore: ſic enim reliquis, vt dictum eſt, refractione procreatis ſuum etiam iucundiſſimo ſpectaculo admiſcebit, ſi quidem colorem cryſtalli, quam penetrauerit, lux imbibit, eumque ſecum in parietem, vel ſimile obuium corpus defert.

Cæterum lineas tum horarias tum alias quaſcunque in horologio Iridi refractæ accommodatas, eodem prorſus modo deſcribes, quo accommodatas reflexæ; cùm vtrobique idem omnino ſit poſitus ſpeculi tum quieſcentis, tum verſatilis; prout neceſſe eſt ad varios in horologio circulos Sphæræ exprimendos.

Propoſitio LXIX.

Speculum cylindricum cryſtallinum ſic aptè in debito ſitu collocare vt Dioptrico-Gnomonica Iris, quolibet tempore, Solis in Zodiaco locum demonſtret.

SPeculum huiuſmodi conuenit non ſolùm in debito ſitu reſpectu axis Æquatoris collocari, ſed etiam ita diſponi, vt omni ex parte cylindrica vel cylindrico-plana vt ſupra dictum eſt, ſuperficies tum quà Solem foris lucentem, tum quà intus cameræ locum obſcurum reſpicit, & radios incidentes admittat, & refractos liberè emittat. Tale igitur adhibendum eſt fulturæ genus quod neque incidentibus, vel cryſtalli denſa penetrantibus, neque refractis è cryſtallo iterum quaquauerſus in orbem exilientibus radijs officiat.

Cudatur igitur è ferro, aut ære fuſili comparetur inſtrumentum, tali forma qualem ænea ſculpta tabella clariùs exprimit. Conſtat hoc inſtrumentum duabus partibus, quarum inferior MF, continet angulum rectum interiùs FGH; ſed & exteriùs etiam ad partes MZ, ſimiliter rectangula eſt: ex oppoſito autem geminas PP cuſpides reduncas deorſum mittit, è ſemetipſa ſibi velut adnatas radices, quibus in murum electo loco aptè depactis, & gypſo tenaciſſimo implicatis, firma in debito ſitu conſiſtat. Erecti lateris GM, altitudo KI, ſiue GH ſit omnino æqualis longitudini cylindri AB: ſuperficiei autem IH *a* M perfectè explanatæ (ita vt ad angulos etiam rectos ſit, cum HG & IK) impoſitam reliquam inſtrumenti partem ſuperiorem NE pariter planam, habilis copulet in N atque L commiſſura, & contortum validè cochlidium O coërceat, contineatque parallelòs cum partis inferioris ſubſtrata planitie F *b* K.

Prӕterea dictum latus erectum GM ad anteriores partes quæ videlicet foras ſeu versùs Solē ſpectabunt, obliqua cæſura, vt in GHIK, aptè excindatur. Ratio autem cur ita excindi placeat, iſta eſt, quia videlicet angulus ille exciſus ſi remaneret rectus (vt eſt alter oppoſitus in linea *a b*) aliquatenus impediret radios incidentes toto eo temporis ſpatio quo Sol inter Ho-

rizontem & circulum horæ ſextæ à med.nocte vel à merid. verſaretur. Interiorem verò angulum rectum, quem duæ planæ ſuperficies G *a* & *b* M in linea *a b* efficiunt, de induſtria ſeruo; imò opto, vt quadam addita opaca lamina orichalcea vel alia aptè diſpoſita ſecundùm lineas H *a*, G *b* amplius extenderetur ſuperficiecula G *a*; ne ſcilicet Iridem ſinat in pauimentum cubiculi peruenire. Cùm enim dealbari non ſoleat pauimentum; nec, licet dealbetur, poſſit facilè candorem ita eximium diu retinere, turpante puluere aut etiam luto ex inceſſu frequenti; ſi quemadmodum in teſtitudine atque parietibus ita in pauimento Iris apparere permittatur, res omnium pulcherrima contemptui exponetur, ſiquidem in pauimento ob defectum albedinis nunquam erit æquè pulchra: è contrà verò multò elegantius, vt videtur; erit opus illud dioptricum; ſi terminetur Iris ad aliquas duas lineas, vt ex vna parte ad lineam horæ ſextæ à mer. vel à med. nocte (prout Solem matutinum, aut pomeridianum habebimus) ex altera verò parte ad primam à meridie, vel vndecimam à media nocte, aut alias; quæ pro loci diſpoſitione commodiores viſæ fuerint. Nam iuxta eas lineas depingi poterunt characteres aut figuræ Signorum cum numeris graduum, calendarij diebus, feſtiuitatibus, nominibus ciuitatum, regnorum, & ſimilium locorum per quorum Zenith Iris cum ſole ſuo tempore incedet.

Sed redeo iam ad inſtrumenti complendam ſtructuram. In vtraque eius parte ſupera, ac infera, ad rectas parallelas F G, E N, ſumantur geminorum annulorum centra X & Y, tanto ab ipſa G H interuallo, quantum requirit ſemidiameter ſpeculi A B. Volo enim ipſius latus B B à recta G H æqualiter tangi. Sit verò annulorum latitudo talis, vt eos ad iuſtam menſuram impleant gemini hincinde vtrique baſi ex ipſamet extantes diſci C, D. Denique lamina orichalcea pertenuis Q R, quatuor habens in Q, Q, R, R quadrangula foramina, totidem eminulis in S, S, T, T, cuſpidibus pariter quadrangulis committenda, ita reſecetur, & coaptetur, vt ſpeculi cylindrici latus alterum A A attingat, ad nutum quidem amouenda, ſi opus fuerit; ideo autem neceſſariò apponenda, ne ex hac parte radij in cameram ſubintrent directi, ſicut alterum eiuſdem ſpeculi latus B B ora G H immediatè attingens ſimilibus directis radijs viam præcludit. Atque id ſtudioſè in eum modum ſeruari peropto, vt radijs non niſi refractis intra cubiculi obſcura penetrantibus, pulchrior Iris viuidiorque appareat.

Corollarium.

HInc intelligitur quomodo cylindricum ſpeculum diſponi debeat, vt refracta Iris quemadmodũ, & reflexa cæteros Sphæræ circulos tum maximos, tum minores exprimere valeat. Nam motus quidem ſpeculi idem omnino eſſe debet pro refracta, qui eſt pro reflexa: ſed inſuper cauendum eſt aliquo modo (ſicut hac propoſitione cauimus) ne ſimul cum radijs refractis ſubintrent non refracti.

De-

De formandis poliendiſque lentibus cryſtallinis, tum ijs quibus ad res Gnomonicas vtuntur Catoptrice, atque Dioptrice; tum conſequenter etiam ijs, quibus eadem Dioptrice teleſcopia ſua inſtruit.

PRÆFATIO.

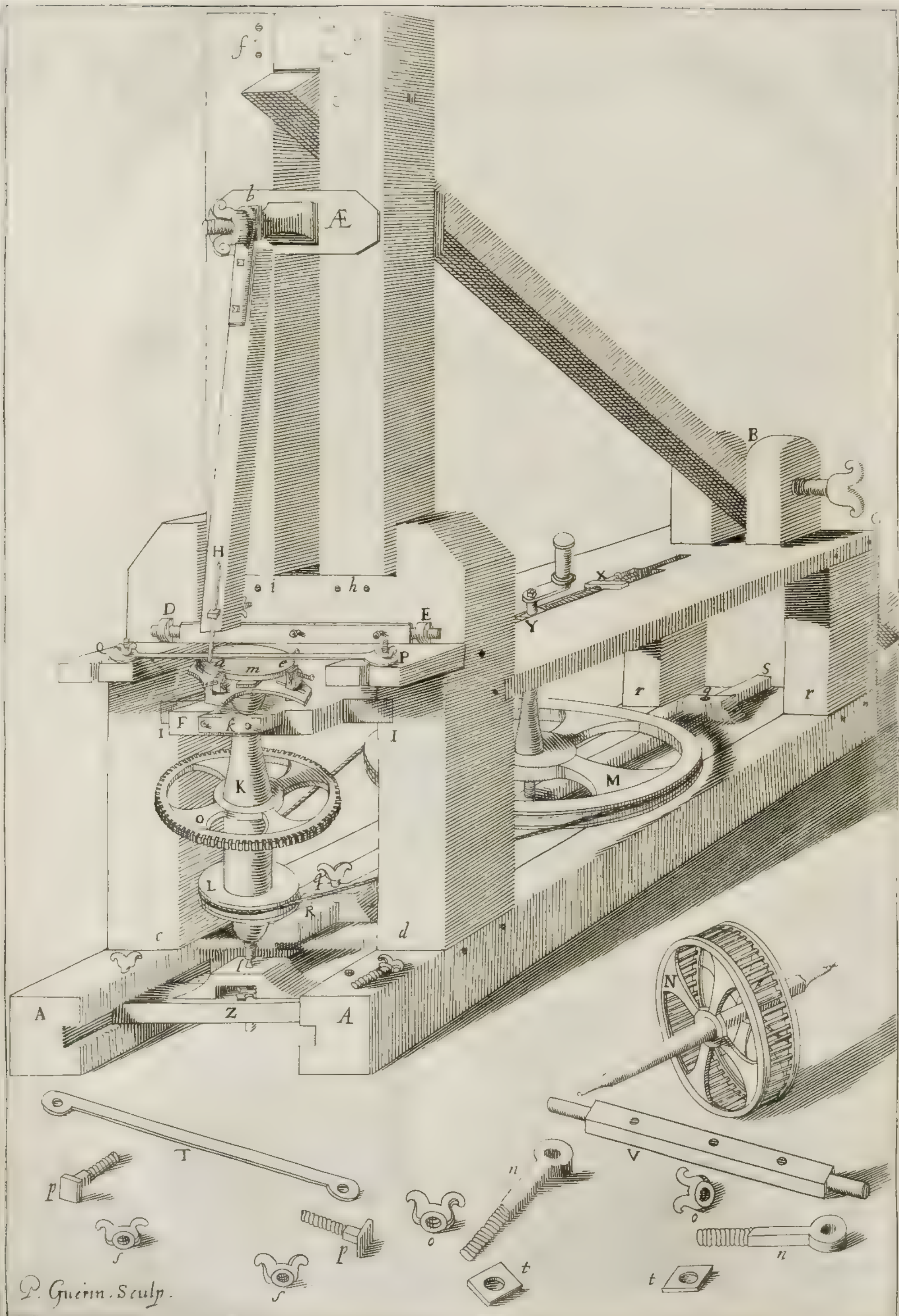
CRyſtallo artificum methodo communi ſectæ atque politæ communiſſimè vitium ineſt imperfectæ figuræ, ex qua conſequenter vitiantur tum reflexio tum refractio; nam aliàs quod ad nitorem ac fulgorem, polimẽtum ſatis accuratum efficitur. Ex duplici autem capite oritur figuræ in polita cryſtallo defectus: primum eſt, ipſius moduli, ſeu vt vocant formæ imperfectio: cùm enim, vt dicitur, nemo det vel dare poſſit quod non habet; imperfecta moduli figura perfectam cryſtallo tribuere nequit: imò effectus potius deficiet varijs accidentibus à præſtantia ſuæ cauſæ; quàm illam vnquam ſuperet, vt ſatis conſtat experientia modulum eſſe aliquando perfectiſſimum, & tamen non omnes in eo formatas lentes eſſe æquè perfectas. Alterum eſt poliendi ars imperfecta: quantumuis enim perfectam læuigata in priori modulo cryſtallus figuram acceperit; rude tamen aliquid ei ſemper ſupereſt, vnde & quodammodo fuſca eſt, & luci non bene peruia; id autem quod dixi rude, nitellæ cuiuſdam ope deradendum eſt; ſi verò inæqualiter deradatur, priſtina terendo inducta figura, quamuis ſupponatur perfecta; dum politur, corrumpitur; & quamuis non poſſit oculus vitium in ſuperficie ſic polita notare, eſſe tamen reuera vitium arguit lux præter legem reflexa, refractaue. Huic vtrique malo remedium certiſſimum hac, & ſequentibus propoſitionibus parabo, quod à quauis accurata manu ſatis facilè ac non minùs feliciter adhibeatur. Ex his verò pendet neceſſariò præſtantiſſimi optici tubi conficiendi ars mirabilis, quam ab exiguis primordijs (vt rebus omnibus commune eſt) paulatim in perfectiorem ſtatum videmus excreuiſſe; in Belgio enim orta; Florentiæ educata eſt à Galileo; & Neapoli à Fontana; ac iterum Florentiæ à Torricellio culta, nunc Romæ feliciùs ab Euſtachio Diuini, manu (ſi fas eſt dicere) diuina excolitur: & meæ quidem fortunæ id nunquam fuit, vt mecum voluerit aliquis artis huius peritus vel minimum quid ſuarum ſiue experientiarum, ſiue cogitationum communicare: ſed meipſum fortè non immeritò feliciorem omnibus predicabo, cui abſque aliena ope contigit, aliquoties ad ingenuam exercitationem terenti cryſtallum, teleſcopia aſtronomica edere etiam longiſſimi tubi, alienis quæ hactenus viderim æquali tubi certè non inferiora; vnde exiſtimaui methodum à me excogitatam, eſſe perfectam, & longè perfectiùs ceſſuram cuiuis alteri plus otij & rei, habenti; vtpote à quo perfectiùs ad opus adhiberi poſſit ſuppetentibus his ſubſidijs alijſque pariter neceſſarijs: hanc verò vt ſine inuidia, ita ſine ambagibus libenter concedo, & publi-

ci

ci iuris facio, quò primitijs istis quidquid feliciùs addere potuerint, addant libentiùs illi qui magis ingenio valēt, & arte ad communem Astronomiæ vtilitatem; & si quidem in commune conferant quidquid egregiè hac in parte cogitarunt, non dubito quin collectis in vnum præclaris inuentis breui perfectam conficiendi telescopij artem simus habituri; ea verò feliciter (vt sic tandem sperare decet) ad suum apicem perducta; ausim dicere nihil hoc sæculo, vel multis anteactis inuentum fuisse vtilius, iucundius, nobilius. Quod attinet ad theoriam, nihil sanè addi potest ad ea quæ præclarè Cartesius edisserit in sua Dioptrice; vnde & optimè intelligitur quid nouæ perfectionis allatura sit telescopio lens hyperbolica vel elliptica supra id quod iam habemus è sphærica optimè elaborata. Quoad praxim verò non vidi hactenus qui aliquid certi, & indubitatæ fidei dederit siue de constructione modulorum, siue (quod summi momenti est) de perfecta poliendi arte. Nostra itaque Dioptrice, hac vltima sui parte, modulos omnis generis id est planos, conuexos concauosque, figuræ tum sphæricæ, tum hyperbolicæ, tum ellipticæ perficiet; ac deinde lentes in eis exactè formabit, & ritè expoliet.



Pro-


f
b
Æ
B
H
i
h
D
E
X
Y
P
a
m
e
S
r
r
F
I
I
K
M
o
L
R
c
d
A
Z
A
N
T
V
n
n
p
p
s
s
o
o
t
t
P. Guerin. Sculp.

Propoſitio LXX.

Modulum concauum in quo cryſtallus arena minutula exteri, ac in conuexas lentes ſphæricas conformari poſsit, è cupro, ferro, chalybe &c. ad quamlibet optatam diametrum, opere tornatili exquiſitiſsimo, facillimoque elaborare.

IN primis machina conſtruenda eſt, cuiuſdam torni ad rem noſtram idonei; qualis tibi ſpecimen, ænea hac tabella exhibeo; compaginem autem,& vſum breui oratione explico.

Baſim efficiunt ſolida duo tigna (quorum anteriora capita A, A) inuicem æquidiſtantia connexa transuerſarijs alijs duobus, ſub aſſere plano perpetuo (qui ferè à *c d* vſque ad partem poſteriorem in S ducitur) latentibus; è baſi quatuor ad angulos rectos firmis commiſſuris aſſurgunt fulcra *c* D, *d* E anteriora tum longiora tum craſſiora; *r r* verò poſteriora: tabula F G prædictis fulcris hinc inſecatis vt in H, hinc lingulatis vt in G,impoſita æquidiſtat inferiori aſſeri,& totam cum eo &c. firmat compaginem.

In fronte tabulæ F G, videlicet in *K* geminæ capita proferunt cochleolæ penetrantes in intimam tabulam eidemque firmiſſimis ſpiris inhærentes continent torquis (vulgo dicunt oculum) cui torni collum inditur, anteriorem ſemicirculum, poſteriori (qui eidem tabulæ confixus eſt) immobiliter copulatum: inferiorem torni polum *l*, interiori inter *l*,& Z cochlea vrgente meabilem, directa in torquem *K* cuſpide, optato loco reponendum gerit tabella Z, quæ in crenas A & A vtrinque inſerta,impactis deſuper (vt figura oſtendit) hinc inde cochleis firmari poteſt.

Torni fuſus K hinc polo *l*, inde torque *K* retinente verſatilis profert in ſummo, & idoneo quodam, cochleolarum vi, ambulatorio artificio (quod etiam ſculpta ſpecies vtcunque refert) amplectitur modulum excauandum, *a m e*: vertitur autem idem tornus cùm opus eſt velociſſimè neruo continuo geminis per ambitum rotis L & M circumuoluto; tardiùs verò & firmiùs, cùm etiam opus eſt, tympano clauiculato N in locum rotæ M ſubſtituto, & rotam O denticulatam torquente.

Porro axis rotæ M (ſeu diſpoſiti loco eius tympani N) torquem habet in Y ambulatorium, cochlea ſcilicet X illum adducente, vel reducente in crena Y X, & ſimiliter habet inferiùs polum in tigillo R S, æquè ambulatorio, aptiſque confirmando cochleis in *q q*, quod quidem ideo prouidi, vt hac arte commodè poſſit tum intendi reſticula quæ ipſo vſu laxatur; tum etiam tympanum N, dentibus rotæ O vt opportet committi.

Geminæ fulcris *c* D, *d* E commiſſæ ad angulos rectos tabellæ Q & P in modum roſtri aliquantulum extent ita inſecatæ à parte anteriori, vt ad medium

medium vel vlteriùs in ipſas earum crenas hinc inde inſerantur geminæ cochleolæ quales in *p p* cernere eſt ; hæ verò ſic inſertæ regulam rectilineam Q P (cuius expreſſior ſimilitudo cernitur in T) contortis cochlidijs (qualia exprimuntur *ſ ſ*) optato in loco ad opus mox dicendum diſpoſitam firmiſſimè retinent, ſupra modulum *a m e* tali interuallo elatam, vt eius tornatæ oræ æquidiſtans, tantùm eam non tangat.

Terebrentur ambo fulcra anteriora ad puncta D & E, interuallis nimirum à baſi hinc inde æqualibus prope tabellas Q, P, & in foramina E & D quadrangula, indantur compares claues (qualium forma eſt in *n n*) anteriùs annulum habentes; poſteriùs ſtriatæ, & cochlidijs (vt *o o*) contortis, priùs immiſſis teſſellis *t t* ferreis coercendæ ; ita tamen vt capita & annulos anteriùs æqualiter proferant ; ipſis verò annulis commiſſus eoſdemque iuſta menſura implens extrema vtraque parte cylindricus, media quadrangulus axis D E firmus, & ſolidus (cuius expreſſius ſeorſim in V ſpecimen cernitur) contineat triplici traiecto clauo aut cochlea tranſuerſarium cum eo pariter verſatile tignum *i h*, cui firmis commiſſuris copulata alia duo longiuſcula *i f*, *h g* inſiſtant aliquantulo à ſe inuicem interuallo diſſita, ac parallela, ſupernè iterum in *f* & *g* idoneo ſecuriclæ modo reuincta ; his autem in parte ſuperiori ſolido axe cylindrico per craſſitiem mediam ducto connectatur tigillus C B, à parte inferiori B inter duo firma repagula commodè meabilis ; quem adacta cochlea G coerceat, ac in optato ſitu immotum teneat cùm opus fuerit.

Solidiſſimo Æ *b* roſtro inter duo tigna *i f*, *h g* ambulatorio (cuius ſpecimen quoddam expreſſius videre poteris *prop.* 71 ſub notis *z z*, *m q*, *p* &c.) adacta à tergo cochlea firmiſſimè ad optatam eleuationem coercendo teneatur, placido motu & minimè titubanti circa ſuum axem verſatile manubrium *b* H ; ita tamen vt idem axis (qui in medio roſtro Æ *b* eſſe intelligitur ad planum *f h* rectus (ſit in plano, quod per poli verticem *l* & centrum torquis *K* incedit. Manubrio optatæ longitudinis *b* H, media coercente cochleola firmiter aptetur chalybeum acutiſſimum optimè temperatum ſcalpellum H *a*, quo circa centrum *b* per latus rectilineum regulæ Q P axi D E æquidiſtans, paulatim deducto modulus cupreus, ferreus, chalybeus aut è ſimili alia materia etiam lapidea, verſatus circa torni axem *l K*, deradatur, excauetur, formetur in portionem perfectæ ſphæræ.

Perſpicuum autem eſt 1 lineolam *e a* in concaua ſuperficie moduli deſcriptam ab extrema cuſpide ſcalpelli H *a* circa centrum *b*, eſſe arcum circuli cuius centrum eſt *b*. 2 etiam euidens eſt, eandem ſcalpelli cuſpidem in *a* ex hypotheſi (& ita in quibuſlibet alijs punctis) exiſtentem immobiliter, deſcribere in eadem ſuperficie moduli circa torni axem *l K* conuerſi, circulum. At ex hoc ſequitur, vt huiuſmodi lineis perfectè circularibus compoſito motu, hinc cuſpidis *a* per lineam *a e* (quam ſuppono per moduli centrum, quod in axe torni eſt, incedere) hinc moduli circa axem

l K

l K,decuſſatim ductis; concaua perfectè ſphærica ſuperficies eiuſdem moduli efficiatur; & quidem vt patet ductu certiſſimo, adde, facillimo, expeditiſſimo.

Moneo tamen quod omnino obſerues videlicet vt cùm aliquantulam in gyro partem moduli *a m e* tornaueris; cuſpis *a* ex eodem *a* traducta in *e*; æquè radat, ſeu tangat in *e*, ſicut priùs in *a*, ſic enim axis roſtri *Æ b* circa quem vertitur cuſpis *a* erit (vt antea requirebam) in plano per polum *l* & centrum torquis *K* incedente; & tunc perfectè fiet ſphærica moduli cauitas, aliàs minimè.

Huius autem beneficio machinæ, vt optas, perficies æquè facilè & æquè certò modulos ad quamlibet ſphæræ diametrum: ad minorem quidem quàm ſit *b a*, ſi roſtro *Æ b* deorſum adducto, manubrium *b* H breuius adhibueris, quod potes,vt volueris, ſaltem circiter vſque ad H; ſin autem adhuc breuius optaueris, & ſphæram minorem; poteris tu ipſe iam inuenire ex his modum; neque neceſſe eſt vt vno ſchemate omnia exprimam: ad maiorem autem, quàm ſit eadem *b a*, diametrum eodem etiam nullatenus aucto manubrio *b* H, modulos excauabis, ſi tantùm laxata cochlea G, ſinas tigillum CB effluere deorſum ex parte B: ſic enim machinæ ſuperior pars *f g* circa axem D E inclinabitur ſimul cum roſtro *Æ b* ipſoque manubrio *b* H, versùs poſteriorem B; cùm autem eam ad propoſitum inclinaueris,adacta iterum cochlea G obfirma, vt priùs, eundem tigillum, & ſimul cum eo reliquam machinam; deinde regulam Q P adduces versùs D E, vel reduces, æqualibus vtrinque interuallis, donec cuſpis *a* lineam *a e* vel ſimilem deſcribat, quæ per moduli centrum incedat; & ſic demum torno circumacto, ſphæræ, cuius optaueras,portionem obtinebis: ita vt quò magis dictam machinam inclinaueris, eò maiorem ſphæram habiturus ſis, quod fortè non nemo mirabitur.

Sed huius rei hæc eſt ratio. Primò cogita erectam ad perpendiculum machinam, ita vt centrum *b* in vna linea recta ſit cum torni axe *l K*, vt ferè hìc eſſe cernitur; & facilè perſpicies fore vt moduli ſuperficies, duplici ſuprà explicato motu excauata; ſit neceſſariò portio ſphæræ habentis ſemidiametrum æqualem ipſi *b a*; erit enim tunc arcus *a e*, arcus circuli maximi in ea ſphæra, vt puto rem eſſe ſatis claram ei qui ſphæræ dimenſiones nouit. 2 Cogita eandem machinam versùs B, quouis angulo inclinatam, vt paulò ante dicebam; & ſimiliter intelliges excauatam duplici illo dicto motu ſuperficiem moduli, eſſe portionem ſphæræ, cuius ſemidiameter ſit maior quàm *b a*; arcus enim quilibet, vt *a e*, quem ita inclinata deſcribet circa centrum *b* ſemidiameter *b a*, eſt arcus circuli in ea ſphæra non maximi ſed alicuius minoris; & quidem ea proportione minoris, qua maior eſt inclinatio. Quod autem verè ſphærica ſit ea ſuperficies moduli conſtans circuli minoris *a e*, ac ſimilium circa centrum *b*, & aliorum infinitorum circa axem torni deſcriptorum decuſ-

ſatione, ex eo euidens eſt quòd præter ſphæricam nulla eſt ſuperficies cuius omnes ſectiones à plano factas ſint circulares: at planum per centrum *b*, & per lineam rectam Q P ductum (in quo nempe mouetur ſemidiameter *b a*,) ſecat concauam ex quauis, vt dictum eſt, inclinatione efformatam moduli ſuperficiem; ſecat inquam & ſecando cuſpide *a* circulum in ea deſcribit, vt *a e*; & quidem æqualiter in omnes partes circumferentiæ eius vt euidens eſt, quia omnes æqualiter eius partes radit motu ipſius circa axem *l K*.

Rotam N clauiculatam eique comparem denticulatam O appoſui expertus tornum nimia agitatione concuti, & vix firmitatem habere quam deſidero; quando rota M valde magna, rota verò L exigua eſt: ſi autem ſupponerem eas æquales, vt fieri poteſt, nihilominus, & neruus ipſe vtcunque reſtrictus reddit motum difficiliorem; & laxus nullum motum efficit: vt igitur motum habeam prorſus liberum & expeditum & in primis imperturbatum rotas adhibeo N & O iſtam denticulatam, illam clauiculatam; ea proportione magnitudinis diametri inter eas ſeruata, quæ ſufficit ad velocitatem; quamuis autem eam determinare melius poſſint qui ſunt hac in parte exercitatiores; mihi tamen commodiùs ceſſit proportio æqualitatis, ſic enim & vis maior eſt, & velocitas ſufficiens, & ſcalpri acies longe durabilior; & opus ipſum penſatis omnibus non modò perfectiùs; ſed etiam citiùs perficitur.

Huiuſmodi machinam poteſt ſine dubio alius quis ordine, & forma elegantiori, vel alias commodiori inſtituere; ſed haud ſcio an operatione meliorem: quidquid ſit ego id permitto exercitatioribus, qui eam melius artem callent; inſtituti enim mei ſolùm fuit, modum oſtendere quo moduli concaui ſphærici ad quamlibet diametrum optimi conficiantur, quod & præſtiti, vt propoſueram. Vide tamen inferiùs *in corollario propoſitione 76* aliud machinæ genus multo facilius. Quæſo autem te ne putes poſſe vnquam modulum ſimplici communi torno, perfectum edi ſola directione ſegmenti circuli in lamina cuprea vel orichalcea comparati, vti hactenus vulgi vſus fuit.

Pro-

Cl. Goyrand Sculp.

Propositio LXXI.

Modulum conuexum sphæricum, è ferro, chalybe, cupro &c. ad optatam diametrum, opere etiam tornatili facillimo, & exquisitissimo elaborare.

Licet multis verbis opus non sit vbi expressum adest specimen rem ipsam intuenti statim ostendens; dicam tamen de singulis machinæ in opus propositum concinnandæ partibus, ne quid lateat. Cernis hìc, vt suprà, duobus maioribus tignis modico ab inuicem interuallo discretis compactam machinæ firmam ac solidam basim B Z A, cui reliqua superstruuntur; & primò K L G D est capsula intra quam tornus *d* D cum rota denticulata Q, & clauiculato tympano O, eiusque fulcro M N, & alijs ad tornum ipsum impellendum necessarijs includitur. Tornus polo D posteriùs, & torque anteriùs prope *d* sustinetur; caputque foras proferens in anteriorem capsulæ faciem I K L, firmiter prehensum modulum tornandum gerit: torques verò, cui torni collum inseritur, annulus est vt solet in duo sectus cuius semicircumferentia superior adhæret masculo *d* desuper immittendo per crenam aptè hinc inde excauatam in *e e*; inferior autem semicircumferentia in subiecta fulcri K I parte est; & per vtriusque commune centrum incedit lineola *b c*; quam cogitemus parallelam ipsi I L in qua eiusdem fulcri, & imæ tabulæ I L G compages est. Scalprum chalybeum acutissimum *K i* firmissimè reuinctum tenet clauis S, subtus striata, & cochlidium arripiens. H H duo velut cornua firma ac solida è plana anteriori capsulæ tabula prominent feruntque meabilem, sed aptis optato in situ firmandam cochleolis regulam rectilineam *f f*, in modum duplicis nornæ rectangulæ ad vtrunque caput reflexam, quæ scalprum *K i* regat cùm sursum vel deorsum ducetur per moduli deradendi aream, vt scilicet cuspis eius constanter moueatur per centrum ipsius moduli, describendo in eius conuexa superficie lineolam *i l*, aliasque similes infinitas.

Vt verò ea cuspis lineolam dictam aliasque similes efficiat circulares, necesse est ipsam circa vnum centrum moueri, quod quidem hoc modo fieri poterit; scalprum vt supra dixi, reuinctum ferat tabella S R firmiter commissa tigillo R A; & circa axem vt A *a* moueatur tam A R quam R S; & consequenter eodem motu circa A *a* ducetur scalprum *K i*. Qua verò arte nectatur R A, cum A *a*; facilè vides in exemplaribus separatim expressis: nam *m q* est ipse axis A *a* vtrinque striatus in cochleam; *z z* est tessella quadrata optimè complanata axi *m q* ad angulos rectos ferrumine copulata; vel sane ex eadem cum illo massa indiuisim cusa seu congesta; axis *m q* quadrangularis est in *q*, eo fine vt suo loco repositus conuerti nequeat dum contorto à tergo cochlidio *f* firmabitur; tessella tamen *r* ferrea vel

ænea ſupponenda eſt dicto cochlidio, præſertim ſi fiat machina è ligno; aliàs enim conuerſione cochlidij læderetur lignea materia, nec firmitatem præſtaret; in parte anteriori *m* dictus axis cylindricus ſit, torno etiã optimè elaboratus; & annulus *n* illi omnino ad iuſtam menſuram æqualis paretur traiectiſque cochleolis, vt in figura cernere eſt, copulatus tygillo *y* (qui eſt ipſe R A) eidem axi imponatur; & teſſella *o* lignea mediante prematur modicè tamen, adhibito cochlidio *p*; ita iam facilè concipis quì circa A *a* conſtanti æquali motu moueri poſſit R A &c.

Præterea ne machina (quam aliquando magnam eſſe fortè neceſſe eſt) manum operantis nimium grauet mole ſua, prouidi in modum trutinæ vectem X Y, fulcro K V ſuſtentatum, qui pondere deprimente ex parte Y, & funiculo X R eleuante iuuet quantùm opus fuerit manum vtcunque laſſulam; ac inſuper ad maiorem operationis tum certitudinem tum facilitatem, ſcalprum *K i* regulæ *f f* optato debito loco diſpoſitæ, ſemper vt cohæreat; & non niſi lineas per centrum moduli tranſeuntes ducat, retinet funiculus *hg* per trochleam cum pondere dependens.

Euidens autem eſt his ita diſpoſitis cuſpidem *i* ſurſum, vel deorſum adductam, neceſſariò moueri tum circa vnum punctum, quod in axe A *a* centrum eſt motus eius; tum inſuper in vno plano quod per latus rectilineum regulæ *f f* incedit, & ſimul per dictum centrum, ac proinde *ex dictis præcedenti propoſ.* euidens eſt fore vt eo motu ſphærica perfecta modulo figura tribuatur, dummodo idem modulus torno agitetur circa axem *d* D ita diſpoſitum, vt ſit in aliqua linea quæ per axem A *a* vtcunque productum incedat: huic verò rei ſeruit quod ipſe A *a* in crena (quæ ex parte *a* cernitur) eleuari poteſt ſupra planum T E Z, quantùm opus fuerit pro modo altitudinis vtriſque fulcri G D, & L *d* I; ita ſcilicet vt lineola *b c* & vertex poli D, & axis A *a* ſit ſemper in vno plano.

Atque id an ritè obſeruatum ſit necne, cognoſcetur inter operandum, hac lege; quando moduli ſuperficies torno iam aliquantulũ deraſa fuerit in toto ambitu, perſpiciatur an ſcalprum elatum in *l*, ita ibi radat ſicut radit in *i*; hoc enim poſito certum erit bene obſeruatum eſſe quod deſideratur; ac tunc ad rem certam agitetur tornus, & modulus fiet perfectæ ſphæricus: & quidem conuexus, vt patet cùm inter centrum & circumferentiam ſit; ſemidiameter autem Sphæræ eius tantæ longitudinis erit, quantæ eſt linea ab *i* ſiue *l* ducta vſque ad punctum quod dixi in axe A *a* centrum eſſe motus chalybeæ cuſpidis *i*, quando ſcilicet torni axis diſpoſitus eſt in linea per dictum axem A *a* perpendiculariter incedente tunc enim ſicut in ſimili dicebam *propoſ. præcedenti* linea *i l*, & aliæ ſimiles, erit arcus circuli maximi in ea ſphæra cuius portio eſt tornatus ea torni diſpoſitione modulus: vnde prout maiorem vel minorem diametrum optabis, capſam L G D adduces versùs Z E, vel inde longiùs reduces (breuiato pariter aut producto tigillo R A) per crenam T E; propterea enim duo illa maiora tigna ab inuicem diſcreui; vt ad quodlibet punctum capſa firmari poſſit

duabus

duabus per eandem crenam ambulatorijs cochleis, quarum capita cernuntur in C & F (quarum & ſpecimen per partes, ſeorſim expreſſum habes in *t, u, x*.

Cæterùm ſi ſemidiametrum optes longiorem, quàm ſit tota machinæ crena E B; fiat in ima capſæ tabula ad partes F G, tranſuerſaria crena (ſeu recta, & ad latus L G perpendicularis, ſeu circularis circa centrum C) ſic enim immotis licet cochleis C & F, poterit capſa cum torno in hanc vel illam partem præſertim ad dextram recedendo à tigillo R A adduci motu circa inuariatum centrum C; ita vt polus D diſcedat à plano incedente per *ff*, & recto ad A *a* (dummodo tamen maneat vt priùs in alio plano quod, vt dicebam, incebit per *b c*, & A *a*) quo enim magis diſcedet, eò maioris portionem ſphæræ efficiet ob rationem quam in ſimili dixi *prop. precedenti* in fine.

Non me latet poſſe machinam ad propoſitum compingi forma alia meliori & commodiori, quæque non tantùm habeat molis quantùm iſta præ ſe fert. Et verò illa ipſa quam ego aliquando in opus adhibui ſine dubio commodior eſt, & modulis quantumlibet exiguæ diametri vt digitalis etiam, vel ſemidigitalis ſeruit; quin & ad modulos quorum ſemidiameter ſit 60, vel ampliùs palmorum, optimè ſufficit; quamuis ipſa non excedat palmos 5. Sed hæc mihi nunc viſa eſt ſatis commoda forma ad ſpecimen artis, quo intellecto, vt expoſui, poterit ſibi quilibet ingenio ſuo machinam ad placitum extruere. Diſce commodiorem *ex corollar. propoſ. 76*.

Propoſitio LXXII.

Cognita menſura refractionum è cryſtallo in aerem inuenire angulum verticis trianguli per axem coni in quo ſecta hyperbole (cuius axis axi coni æquidiſtet) talis ſit vt ad eius legem rectè formata atque polita lens cryſtallina, ex altera parte plana, parallelos incidentes radios refringat ad focum eiuſdem extrinſecum.

QVia iam *per prop.* 25 habemus proportionem refractionum omnium; nunc ad propoſitum neceſſe foret vnam ſaltem noſſe refractionem è cryſtallo in aerem, ea inquam cryſtallo ex qua lentem hyperboliformem optamus efficere. Et quidem *per prop.* 47 facilè eſt quamlibet huiuſmodi refractionem experiri; ſed ego, deſtitutus, vt aliàs dicebam, organo illo refractorio; vtar experimento Vitell. *libro* 10 *prop.* 8 vbi habet ex inclinatione grad. 80 in aere, angulum in vitro refractum grad. 42 (vel è conuerſo, nam in idem recidit *per prop.* 2 *huius*) & quamuis experimentum

mentum illud non ſit fortè accurratiſſimum; aut vitrum illud non ſit omnino idem, ſeu eiuſdem denſitatis cum cryſtallo; tamen aliquibus hac de re factis experimentis deprehendi eam refractionem ſenſibiliter non differre à refractione cryſtalli venetæ nobiliſſimæ cuius præcipuus eſt vſus in propoſitis lentibus: quare donec experimentum aliquod habeamus fidei prorſus indubitatæ; angulum refractum 80 in aere, ex inclinatione 42 in cryſtallo, licet hìc aſſumere ſaltem in exemplum.

Vide igitur figuram *propoſitionis* 45; & ſit K E H angulus inclinationis in cryſtallo grad. 42; & G H ſinus eius: ſit etiam M E C angulus in aere refractus grad. 80; & D C ſinus eius. Iam in iſta quam hìc habes figura, fiat H I æqualis iam dictæ C D, & D L etiam æqualis dictæ G H, ita tamen vt maioris H I exceſſus hinc inde æquales ſint D H, L I: ſic enim erunt D, L, vertices duarum oppoſitarum hyperbolarum, quarum foci H, I.

His poſitis reliqua perficiemus methodo quam tradit Carteſius *dioptr. latin. pag.* 195. Sit H I diſtantia focorum; D L latus tranſuerſum hyperboles, cuius vertex D: centro T medio lineæ H I, ſcribatur circulus H V I; inde ex puncto D erigatur perpendicularis H I ſecans circulum in puncto V, quæ ſit D V, & ducta recta ex T per punctum V habebitur angulus H T V, talis, vt ſi imaginemur illum rotari circa axem H T; linea T V ſuperficiem coni ſit deſcriptura, in qua facta ſectione à plano V X, quod eſt

eſt parallelum axi H T, & in quod D V ad rectos angulos cadit; hyperbole ſimilis & æqualis omnino priori deprehendetur. Hæc Carteſius. Et ita inuenimus optatum verticis trianguli &c. angulum videlicet V T K, duplum ipſius H T V. Quorum demonſtrationem in gratiam tyronum addere lubet, quam concinnauit clariſſimus & raræ vir eruditionis Renatus Franciſcus Sluſius, cuius etiam eſt tota cum ſuo lemmate *propoſ.* 74; ſit itaque,

Demonſtratio.

CVm enim H, I ſint foci, & D L latus tranſuerſum; erit rectangulum L H D æquale quartæ parti figuræ; ſed eidem æquale eſt rectangulum I D H (ob æquales H D, L I) ſiue quadratum D V (ob circulum) ideo recta D V poterit quartam partem figuræ: ac idcirco recta T V erit aſymptotos hyperbolæ, cuius vertex D, latus tranſuerſum D L, foci intrinſecus H, extrinſecus I; ſiue hyperbolæ M D N *per* 1 2 *conic. Apollon.*

Nunc producta T V vtcunque in C, ductaque C R perpendiculari in T H productam; ſi angulum C T R rotari imaginemur circa axem T R, deſcribetur conus cuius baſis circulus C G A, axis T R, triangulum per axem C T A: ad quod ſi erigatur planum in puncto V, ſecans in ſuperficie conica hyperbolen F V G, cuius axis V E ſit axi coni parallelus, latus tranſuerſum V X. Dico hyperbolen F V G, hyperbolæ M D N æqualem, & ſimilem eſſe. Nam latus tranſuerſum V X ipſi D L æquale eſt; ducta enim T S parallela D V, æquales erunt D T, V S (ob parallelas) & cùm angulus X T S æqualis ſit angulo T K V, ſiue angulo T V K, hoc eſt angulo S T V (ob eaſdem) & anguli ad S recti ſint; erunt triangula X T S, V T S æquiangula: & cùm habeant latus commune T S; æquales erunt ipſæ V S, X S, ideoque & tota V X, toti D L æqualis. Et cum T V ſit aſymptotos hyperbolæ M D N, erit vt quadratum T D, ad D V quadratum; ita L D ad latus rectum eiuſdem *per* 1 2 *Apollon.* ſed cùm ſectionis F V G axis ſit axi coni parallelus, eſt vt quadratum T R ad rectangulum C R A, ſiue quadratum R C; hoc eſt vt quadratum T D, ad D V quadratum; ita X V ad latus rectum eiuſdem. At latus transuerſum V X; lateri tranſuerſo D L æquale oſtenſum eſt. Igitur & latus rectum ſectionis F V G, lateri recto hyperbolæ M D N æquale erit: adeoque & ipſæ hyperbolæ (quæ vtrunque latus vtrique æquale habent) ſimiles, & æquales. Quod erat demonſtrandum.

Et generaliùs in cono recto aſymptoti hyperbolarum, quarum axes ſecantur axi coni paralleli, angulum verticis trianguli per axem coni includunt; vt facilè ex ſuperiori demonſtratione colligi poteſt.

In numeris eundem angulum inuenire, ſuppoſito, vt dictum eſt experimento Vitell.

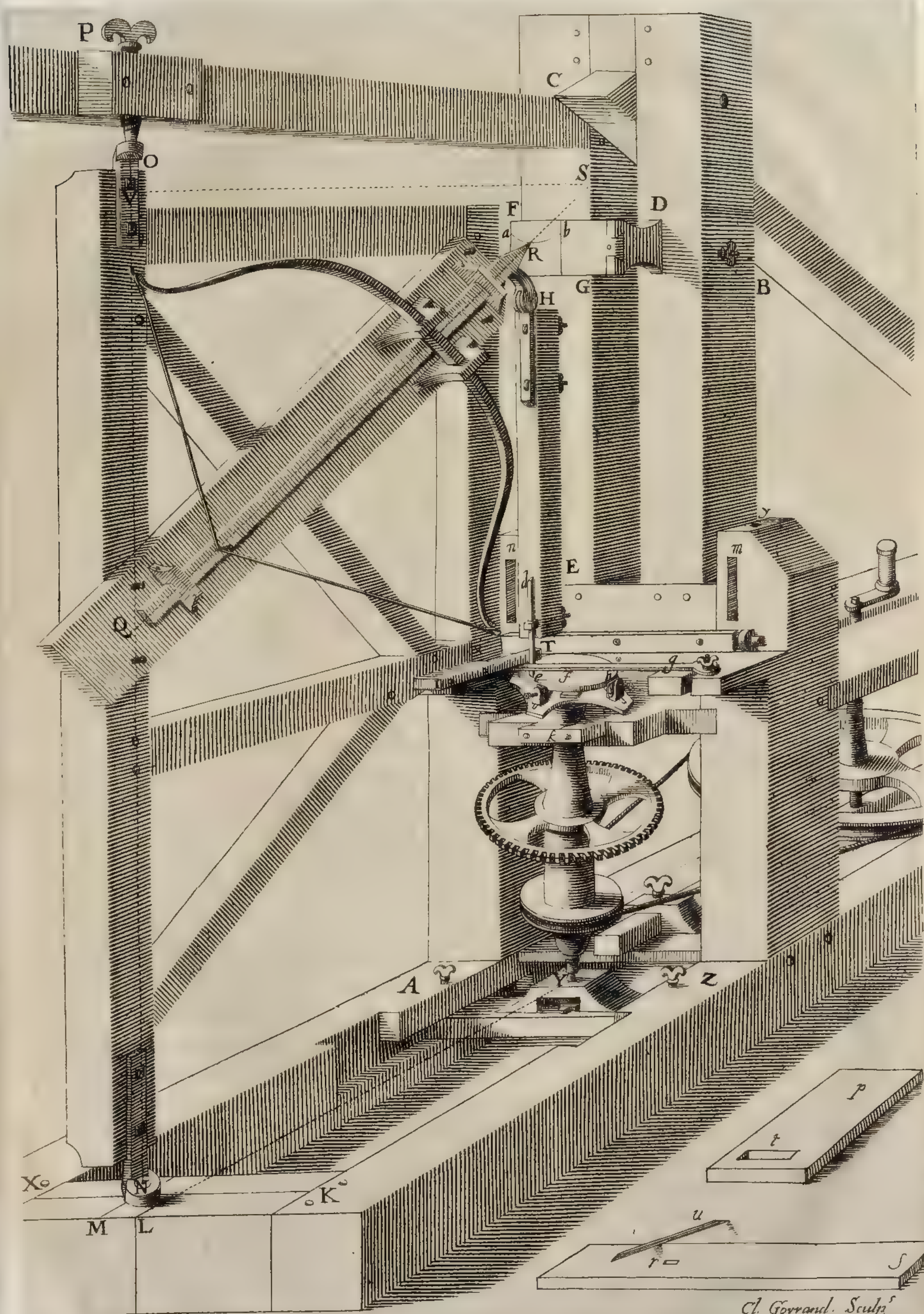
SVmptis vt ſupra ſinu grad. 80 HI, & ſinu grad. 42 DL; erit ratio HI ad DL, vt 9848078 ad 6691306, ſiue vt 10000000 ad 6794529 proximè. Itaque poſito radio TV, erit TD 6794529 ſinus grad. 40 min. 48: ideoque angulus VTD grad. 49 min. 12; cuius duplum grad. 98 min. 24 dabit angulum quæſitum *ex demonſtratis*.

Propoſitio LXXIII.

Modulum hyperbolicum concauum, aut conuexum è quauis materia torno raſili, ad optatæ ſectionem hyperboles perfectiſsimum edere.

MAchinæ quam *prop.* 70 conſtruxi, baſis ab anteriori parte ſit productior vt AXKZ, & in parte ſuperiori validum etiam tignum diſponatur CP eidem baſi parallelum, fulcris idoneis vtrinque ſuſtentatum. Dein è ſolidis tigillis cancellatim compactis, & maiori pariterque validiori tigno NO firmiter commiſſis, efficiatur quaſi ſpecies clathri OFTN, geminis polis in O & N ſuſtentati, ac circa eoſdem verſatilis, tali artificio quale tibi picta pagina facilè exprimit; omnia tamen ſint firma, ne ijs vtcunque emotis, vel concedentibus, ſuccuſſu tornus laboret: clauem elicam in PO habes, quam educere vel inducere poſſis reponendo, vel amouendo ad placitum clathro; infernè autem cogita in N cardinem maſculum cylindricum tornatum, altè depactum in id quod in fronte baſis eſt tranſuerſarium lignum XK & ſupra illud aliquantulùm eminentem vt in cardinem fœminam indatur; ad perpendiculum verò reſpondentem impendenti atque aduerſæ deſuper claui elicæ PO, quæ etiam vices gerit cardinis alterius maſculi.

Clathro erecto, tabula quædam ſolida, gerens in modum balliſtæ arcum intentum, traiectis clauis, aut clauibus elicis copuletur: & in ea ad modum ſagittæ libero motu recto, ſed minimè ſubſultorio, excurrat ſolida ferrea regula QR, arcu pulſa, in R acuminata, & ſub acumine reflexa in H, ibique compaginem habens flexilem, demittat quaſi circini crus ex quo pendeat manubrium H *d*, deferens (vt ſuperiùs in ſimili dicebatur) ſcalprum *de* optimè reuinctum; ipſum verò ſcalprum eiuſque manubrium ne in opere vllatenus recedat à plano, in quo ſemper cum cuſpide R, & axe NO permanere debet, cohibeatur, ac regatur à producto quodam velut roſtro idoneo T; quod è clathro OFN promineat. Arrectarius vterque tigillus EC, *cl* commodè incidantur penetrantibus ab anteriori


P
C
O
S
V
F
D
a
b
R
G
B
H
n
m
E
d
Q
T
g
e
f
h
k
A
Y
Z
p
t
X
N
K
M
L
u
r
S
Cl. Goyrand. Sculp.

riori in posteriorem partem incisuris quadrangulis vt in D B &c. & in eas tabellæ geminæ vt G D indantur ad angulos rectos ab ijsdem tigillis prominentes, clauibus elicis hinc inde ad latus impactis firmiter coercendæ; hæ verò planum asserculum F G aptis sibi commissum securiclis præferant firmum atque immotum; & quidem (quod præcipua cura obseruandum est) ita dispositum vt ei æquidistet linea per medium vtrunque cardinem O, N ducta ob rationem mox dicendam.

Machinam ita constructam necesse est debitè iam disponere, vt opus ex ea perfectum habeamus, quale optamus. Concipiamus itaque primò planum aliquod lateribus basis Z K, & A X æquidistans per torni axem Y K incedens, & asserculum F G secans ad angulos rectos in *b i*, quod planum vocemus L Y *b*. Deinde concipiamus & aliud planum illi iam dicto perpendiculare, quod per anteriorem asserculi F G superficiem, ac simul per torni, ac moduli axem *f* Y incedat quod vocemus planum F G Y.

Nunc machinæ partes hoc situ & ordine disponantur, primò linea per mediam sagittam incedens Q R ita inclinetur à superiori cardine O, vt lineam antea dictam N O secet, verbi gratia, in Q & cum eadem efficiat angulum V Q R graduum 49 min. 12 *iuxta præcedentem propositionem*; optamus enim hyperbolen, qualem ibi diximus esse idoneam ad lentes formandas &c. 2 Linea N O per vtrunque cardinem, vt dictum est incedens æquidistet hinc plano F G Y, inde plano L Y *b*; ab isto autem distet interuallo verbi gratia M L, quod sit æquale ipsi *e f* in modulo idest quartæ partis eius latitudinis, ac pariter interuallo quod est inter *b i* & punctum R in sagittæ cuspide, asserculum F G tangente, posito quod id sit punctum quod solùm in F G tangere potest sagitta nunc versùs F *a* mox versùs *b i* ducta ac reducta absque arcus impulsu vrgente: ita vt plano iam dicto L Y *b* æquidistet planum aliud quod ob modò dicta puncta vocemus N V R *e*. 3 Scalprum *d e* acutissimam habens & optimè temperatam cuspidem in *e*, duobus eget ad sui directionem, alterum est rectilinea regula *e g* ipsum retinente, vt sit semper in supradicto plano F G Y, & hoc in praxi iam non habet difficultatem; alterum est productum quoddam velut rostrum T, è clathro O F N prominens; quod ipsum scalprum cohibeat adnitente leuiter manu, vt motu continuo per regulam *e g* ductum atque reductum, sit semper cum cuspide R sicut in plano N V R *e*, ita successiuè in alijs atque alijs per V N incedentibus.

His positis patet primò conuersione sagittæ Q R circa immotum axem V N describi conum cuius vertex est in Q, basis autem seu potius basis semidiameter, verbi gratia, in V S, producto latere Q R vsque in S. 2 Sagittam Q R pulsam arcu (& ideo ipsa conuersione iam dicta tangentem planum F G modò in R modò in *b* modò in *a*, & omnibus alijs punctis inter ea medijs) nihil aliud esse quàm prædicti coni latera à vertice Q extensa ad planum F G, à quo propterea intelligitur secari conus; sectione quæ est hyperbole, quam & describit sagittæ cuspis in *a* R *b*. 3 Patet cuspide *e*

in superficie moduli concaua describi hyperbolen omnino similem & æqualem ac parallelam ipsi *a* R *b* : & quia idem modulus circa torni axem versatus, vndique per gyrum cuspide *e* raditur, vndique etiam in eandem hyperbolen conformatur. 4 Patet quanta sit futura hyperbole, ex distantia verticis R ab axe V Q: vnde si polos O,N longiùs remoueris à plano F G Y, hyperbolen habebis maiorem; & è contrà minorem, si propiùs applicueris; sicut meliùs intelligere potes in figura *præcedentis prop.* vbi axis R I, axem qui in isto schemate est N O refert. Et axis qui ibi est E X, eum qui hìc est *b* Y : & distantia quæ inter vtrunque axem est ibi R E siue D V, siue T S; hìc est Y L. Atque hinc vlteriùs intelliges quanta debeat esse distantia quæ hìc est Y L, pro longitudine telescopij, quam desideras; nam longitudo telescopij erit ad dictam Y L, sicut in præcedenti figura est D I ad D V, hoc est in numeris vt 2 & paulò ampliùs ad 1.

Denique attenta totius machinæ compage, res clara est, opus eius perfectum fore non solùm quoad theoriam, sed etiam quoad praxim, cùm *per constructionem*, motus vbique sit liber, ac facilis, maximè regulatus, idemque constantissimus. Vnum tamen superest quod aduertam nempe asserculo F G ligneo copulandum pice, aut aliter crystallinum perfectum planum expolitum, vt motu magis placido illud delambat cuspis R, quam etiam volo esse chalybeam temperatam, non acrem quasi scalpri aciem ad scindendum aptatam, sed læuigatam, acutam tamen; vt enim erit læuigata faciliùs decurret per planum crystallinum; vt acuta contactum exquisitiùs faciet in eodem semper sensibili sui puncto, quod erit in linea Q S, & ita multò perfectiorem describet hyperbolen, certè non minùs quàm circinus communis describat circulum.

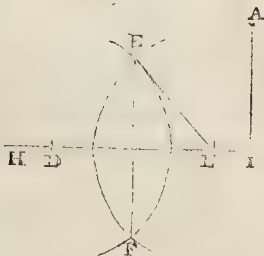
Eadem prorsus arte modulos conuexos hyperbolicos efformabis, si tantùm sagittam Q R euerteris; ita vt cuspis R partes inferiores teneat; & Q seu vertex coni, superiores: sagitta verò angulum cum inferiori parte axis V N efficiat æqualem ei qui nunc sursum aperitur V Q R, id est vt suprà dicebatur graduum 49 min. 12.

Sedulò autem aduertas velim mi Lector fore vt prorsus oleum & operam perdas si lima quadam debito licet angulo inclinata cuneum (vt vocant aliqui) chalybeum hyperbolicè excindere, eumque mox igne & aqua, vt durissima sit acies, temperare; eoque canalem seu directum, seu in orbem ductum hyperboliformen excauare coneris; nam præterquam quòd non potest chalybs perfectè acui lima vel cote (aut simili) sic per eum ducta vt non nisi vno sui puncto, seu parte, tangat vt experientia constat; multò magis constat experientia chalybem quantumuis ad optatam figuram formatum, eandem amittere dum ignitus in aqua extinguitur; patitur enim ipse, ac torquetur ab eo conflictu quem ignis, & aqua mutuò exercent; ac præterea ignis ipse tenuissimam aciem exedit, & coticula si admoueatur potius deteriorem faciet quàm concinnet, & si aliàs exacuat: ac proinde modulum hyperboliformem cuneo illo nunquam perficies.

Lem-

Lemma.

Datis axe & focis ellipsis, inuenire latus rectum.



SIt H I axis ellipsis; D autem & L foci; si D, L, centris, interuallo dimidiæ H I scribantur arcus circulorum se se intersecantes in E & F, iuncta E F erit axis coniugatus *per 52 3 Apollon.* Et si fiat vt H I ad E F, ita E F ad I A; erit I A latus rectum *per 16 Sereni de sect. cylind.*

In numeris.

DVcta L E, & posita pro sinu toto vt supra in hyperbole inuenietur E F partium 756995 1, quarum H I 10000000. Et si fiat vt H I ad E F, ita hæc ad aliud, prouenietI A latus rectum earundē partium 5730416.

Propositio LXXIV.

In cono cuius angulus verticis trianguli per axem, datus est, ex datis axe transuerso, & latere recto ellipsim inuenire.

POsset inueniri *per 54 1 Apollon.* sed fortasse breuiùs & faciliùs hoc modo. Sit datus axis H I, latus rectum I A. Fiat angulus D K F æqualis dato; & sumptis vtcunque æqualibus K D, K F; iungatur D F: acceptaque in H I ipsa I B æquali I A, fiat vt H B ad B I (siue I A) ita quadratum K F ad F L quadratum ad rectos ipsi D F: & ex puncto E medio lineæ D F interuallo E L, scribatur circulus M L G secans D F productam vtrinque in M, G; & iungatur K G; sumptaque C K æquali datæ H I, ducatur C H parallela K D; & ex puncto H ipsa H I parallela K C & æqualis datæ; ob parallelas.

Itaque si circa D E F circulus describatur ad planum D K G rectus; qui basis coni intelligatur cuius vertex K: erit conus ille rectus (quod æquales sint K D, K F) cuius axis K E; triangulum per axem D K F; qui si plano super H I erecto sectus intelligatur concurrente cum plano basis: cùm vtrunque sit rectum ad planum D K F, erit illorum communis sectio ad idem planum perpendicularis; sit ipsa N O. Igitur sectio erit ellipsis *per 13 1 Apollon.* cuius axis H I. Dico I A esse eiusdem latus rectum. Nam cùm sit vt H B, ad B I (siue I A) ita quadratum K F ad quadratum F L, siue ad rectangulum M F G, hoc est D G F (ob æquales M D F G) erit com-

ponendo vt H I ad I A; ita quadratum K F vnà cum rectangulo D G F ad rectangulum D G F. Sed K F quadratum æquale est quadratis K E, E F; &

quadratum E F vnà cum rectangulo F G D æquale est quadrato E G. Igitur vt quadrata K E, E G (siue quadratum K G) ad rectangulum D G F; ita H I ad I A. Itaque I A erit latus rectum *per* 13 1 *Apollon.* & inuenta ellipsis ex datis &c. quod erat faciendum.

Per numeros eandem ellipsim, id est angulum quem axis eius cum axe dati coni facit inuenire.

SI ex H I 10000000 auferatur B I (seu I A) 5730416 reliquum erit H B 4269584: & posita K E 100; E F erit proximè 116 tangens grad. 49 min. 12. Itaque quadratum K F erit 23456. Nunc sit fiat vt H B ad B I (siue I A) ita quadratũ K F ad aliud; producetur quadratum F L 31481, cui si addatur quadratum E F 13456, habebitur quadratum E L 44937, siue quadratum E G; cuius radix proxima 212 dabit tangentem E G grad. 64 min. 45. Datur itaque angulus quæsitus E P N, cùm sit huic inuento E K G æqualis ob parallelas.

Pro-

Propositio LXXV.

Modulum è quauis vt supra materia, ellipticum torno efficere.

CVm iam habeamus *per propos.* 73 facillimam artem describendi perfectam vno ductu hyperbolen optatam, & simul scalpri cuspidem certa lege secundùm eandem hyperbolen dirigendi; non erit hactenus magna difficultas siue in ellipsi vno pariter ductu, certò designanda, siue in modulo ex eadem perfectè formando.

Rebus itaque dispositis vt sunt *prop.* 73, solùm inuertendus est clatri axis N O, & ita debet disponi vt cum linea quæ per torni axem incedit nempe *b* Y angulum efficiat æqualem angulo E P N, quem *præcedenti propos.* inuenimus, videlicet grad. 64 min. 45; manubrium autem H *d* ita ducatur, vt semper sit parallelum dictæ iam lineæ *b* Y; id autem non est valde difficile, & modum indicarem nisi putarem eum à quois statim intelligi posse ex dictis.

Propositio LXXVI.

Modulos planos è quauis materia torno exquisitissimè & expeditissimè efficere.

ARrectarium vtrunque anterius torni hactenus instructi fulcrum inscecetur in *m* & *n* incisura ad anteriorem faciem perpendiculari, & in posteriorem æquè peruia, quadrangulari, modicè lata, & longa, quæ asserem excipiat *tp* planum ad iustam ipsius mensuram dolatum, ambulatorium, sed elica desuper claue in *y* coercente confirmandum in debito situ: gemini autem sint, & compares huiusmodi asserculi quorum vnus vt *tp* in *m*, alter in *n* indantur; habeantque etiam ipsi singulas incisuras, seu crenas vt *r* se se è regione respicientes, per quas meabilis duci possit motu placido sed constanti regula solidior *r s*, & hanc commodo loco perforatam vt in *r* clauis elica (qualis *prop.* 71 est S) traijciat firmiter amplectens ac tenens scalprum vt *u*: si enim hæc modò dicta sic aptè disponantur vt regula *r s* æquidistet regulæ alteri *eg* dirigenti scalprum; & simul perpendicularis sit ad torni axem *f* Y; cuspis scalpri *u*, positi in loco eius quod est *d e*, & motu regulæ *r s* delati, describet necessariò lineam rectam perpendicularem ad dictum axem, adeoque torni motu modulus ab ea fiet perfectè planus.

Corol-

Corollarium.

SI regulam *r s* non vnius rectæ lineæ, ſed duarum in vnum punctum conuenientium feceris ad modum eius normæ, qua circuli arcus ex datis tribus punctis in eius circumferentia abſque ope centri deſcribitur; egregio compendio machinam habebis, quæ licet ad tertium magnitudinis palmum non perueniat, quantæcunque, & quantulæcunque volueris diametri modulum ſphæricum perficies concauum aut conuexum, ſicut & planum. Caue tamen ne ad huiuſmodi normæ dirigendum motum clauos teretes ſeu cylindricos adhibeas, ſed adhibe angulatos, & quidem angulo multùm acuto; vt videre poteris apud Guid. Vbal. in eo opere ſi bene memini quo planiſphærium Ioannis de Royas demonſtrat.

Propoſitio LXXVII.

Cryſtallinas cuiuſuis figuræ lentes in proprijs modudulis terando formare.

DIſtinctione vtendum eſt hac in parte; quia moduli non vno modo ſe habent ad lentis per eos ductæ ac reductæ motum, non teritur autem cryſtallus niſi motu, & ductu in hanc & illam moduli partem, intercedente arena minutula. Primò itaque cryſtallum explanandam, vel formandam in ſphæram ſeu concauam ſeu conuexam, libera manu, ſed tamen accurata ducito frequenter per totum æqualiter modulum: atque id quomodo rectè fiat docebere meliùs à quolibet conſpicillorum communium efficiendorum perito, quàm ego poſſem verbis exprimere. Solùm addam quod ad perfectionem facit, videlicet vt plures modulos conformes habeas, prout opus fuerit, & in vno quidem ſi ita videatur, plumbeo quod rudioris eſt operis efficias quaſi prima manu; & in alio etiam plumbeo quod ſubtilioris ſecunda manu; at, quod exquiſitiſſimi, perficias tertia manu in chalybeo aut æneo donec vltimam imponas manum perfectæ læuigationi, quæ iam fulgorem vniformem inducat; non, vt accidit aliquando viuidiorem prope centrum, languidiorem versùs circumferentiam, vel è contra.

2 Pro hyperbolicis, aut ellipticis lentibus idem quidem obſerua quoad pluralitatem adhibendam modulorum conformium, atque etiam quoad læuioris ac fulgoris æqualitatem: ſed tali arte lentes huiuſmodi per ſuos modulos ducito, vt ſemper conuexæ lentis vertex vertici caui moduli vel contra ad amuſſim inſiſtat: id autem commodè fieri poterit, ſi modulus placido (non veloci) motu torni circumducatur, & lens ipſa formanda, eidem modulo debitè impoſita, circa ſuum immobilem axem ad placi-

tum

tum manu (prout opus fuerit) vertenda retineatur instrumento aliquo, cuius quidem hic ſpecimen quia intelligi facilè poſſe putaui, non expreſſi.

Vnum autem aduertas velim (ex quo aliàs facilè error ſequeretur) vt ſcilicet arenula qua cryſtallum in modulo teris, æqualiter per totum modulum diſtribuatur, id eſt ne in vna parte in quoſdam velut grumos collectior, in alia rarior ſit; ſic enim & modulum ſtatim labefacit, & lentem perfectæ figuræ nunquam facit, nempe quia vtrunque inæqualiter arrodit.

Propoſitio LXXVIII.

Cryſtallinam cuiuslibet figuræ lentem perfectè formatam, ac læuigatam perfectè etiam illæſaque figura expolire.

MOdulum perfectum habe conformem ei in quo lentem formaſti, ac vltima manu læuigaſti; eique optimo, & æqualiter per totum diſtributo glutino, copula chartam tenuem, & cum coaluerit glutinum optimè exſiccatum; inſperge ipſi chartæ puluerem tenuiſſimum optimè triti, ac macerati, ac expurgati cretacei lapidis quem vulgo tripoli vocant, & mox ſummo digito per totam chartam æqualiter diſtribue frictu non admodum vehementi, ſufficienti tamen vt chartæ adhæreſcat puluiſculus; poſtea quod ſupererit, & non adhæſerit execute, & ſeorſim collige & aſſerua; demum affrictu vehementi per ſiccam,& dicto puluiſculo, ſi opus eſt renouando, imbutam chartam lentem deduces donec perfectum induerit fulgorem. Aliter & longè melius expolies coticula; poteris enim ex ea modulum efficere, ſicut & æneum effeciſti. Fuſiùs & diſtinctiùs hæc aliaque plurima edicerem niſi cogerer hìc tandem finem facere. Tu interim mi Lector his vtere, & mecum lauda omnium bonorum autorem Deum Opt. Max. Non enim ſufficientes ſumus cogitare aliquid à nobis,quaſi ex nobis ſed ſufficientia noſtra ex Deo eſt, cui honor, & gloria in ſæcula Amen.

FINIS LIBRI QVARTI ET VLTIMI.

Pagina	*Linea*	*Menda*	*Sic emenda*
34	27	Verticalis.	Verticali
121	10	& G	& G G
140	29	nclinatione,	inclinatione
288	21	aliquid	aliquod
295	23	C D	C E
295	28	vt D	vt in D
304	23	nites	nitens
314	18	L A T	L A K
358	40	hoſtii	oſtii
431	14	Horizonte	Horizontem
431	24	earum	quarum
479	10	ſit	ſic
554	28	refracto	refractio
585	18	impoſſibile	impoſſibilem
624	30	rarefracta	rarefacta
624	31	rarefracta	rarefacta

Si quæ alia fortè irrepſerint facilè emendabit vrbanus Lector.



40

Aui f.
cc 14 u.u. ‖ 705

44 tavo &c. cui 3 zi pref.

4